



**UCSS**  
Universidad Católica  
Sedes Sapientiae

ESCUELA de  
**POSTGRADO**

**NEUROCIENCIAS Y SU RELACIÓN EN EL PROCESO  
ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

**T E S I S**

**Para optar el Grado de:**

**MAESTRÍA EN PSICOPEDAGOGÍA Y ORIENTACIÓN TUTORIAL**

**ALUMNA: Caroll Alejandra Castillo Galdo**

**ASESOR: Dr. Juan Carlos Peralta Vera**

**Lima, 2015**

## **DEDICATORIA**

Esta investigación se la dedico en primer lugar a Dios por brindarme la fortaleza necesaria para afrontar los retos que se me plantean cada día y ayudarme a superarlos.

También se la dedico a cada uno de los miembros de mi familia, quienes me impulsaron siempre a proponerme nuevas metas y poder realizarlas, especialmente a mi esposo por la paciencia y el ánimo que siempre me procuró inspirar.

Finalmente se la dedico a cada uno de los muchos niños y niñas que he tenido la suerte de conocer como alumnos, pues ellos siempre me han inspirado a desear aprender más y poder brindarles lo mejor de mi profesión.

## **RESUMEN**

El propósito de la presente investigación documental es el poder organizar algunos de los principales aportes realizados por las neurociencias relacionados al ámbito educativo y que permitirían una mejor comprensión de la forma en que aprende el cerebro y, por ende, podría posibilitar prácticas educativas más adecuadas a estas características.

Se circunscribió como ámbito de estudio al Tercer ciclo de Educación Básica Regular comprendido por el primer y segundo grado de primaria; etapa en donde el niño y niña por presentar ciertas características de desarrollo y estar iniciando su proceso de lectura y escritura requiere de docentes que puedan plantear estrategias de enseñanza aprendizaje adecuadas a la forma en la que aprende su cerebro, teniendo en cuenta la organización anatómica y funcional del mismo y la capacidad de plasticidad neuronal que posee, lo que conduciría a lograr desarrollar aprendizajes significativos. Además se aborda en este estudio la importancia del desarrollo del cerebro emocional y el conocimiento de las neuronas espejo como otros aspectos relevantes para el aprendizaje y el adecuado desarrollo socioemocional de los niños y niñas.

Este estudio permitió evidenciar la enorme correlación existente entre los hallazgos de las neurociencias y el proceso de enseñanza aprendizaje; por ello, la importancia de su conocimiento y divulgación entre los diferentes agentes educativos.

**Palabras claves:** organización anatómica y funcional del sistema nervioso, plasticidad neuronal, neuronas espejo, cerebro emocional, proceso enseñanza aprendizaje.

**ABSTRACT**

The purpose of this documentary research is to organize some of the major contributions of neuroscience related to the educational field and allow a better understanding of how the brain learns and, therefore, could enable educational practices best suited to these features.

It was limited as a field of study to the third cycle of Basic Education understood by the first and second grade; stage where the boy and girl to present certain features of development and be starting the process of reading and writing requires teachers who can raise teaching-learning strategies appropriate to the way your brain learns, considering the anatomical organization and the same functional capacity and neuronal plasticity that has, leading to successfully develop meaningful learning. Also the importance of the development of the emotional brain is addressed in this study and the knowledge of the mirror neurons another relevant aspect for learning and proper development of children's social-emotional.

This study allowed us to demonstrate the huge correlation between the findings of neuroscience and education process; therefore, the importance of knowledge and dissemination among different educational agents.

**Keywords:** anatomical and functional organization of the nervous system, neuronal plasticity, mirror neurons, emotional brain, teaching-learning process.

**INDICE**

DEDICATORIA

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

1.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1.4. OBJETIVOS DE LA TESIS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

2.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

2.2. ALCANCE LA INVESTIGACIÓN

2.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

2.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

2.6. VARIABLES

2.6.1. Variable 1: Neurociencias

2.6.1.1. Organización anatómica y funcional

2.6.1.2. Plasticidad neuronal

2.6.1.3. Neuronas espejo

2.6.1.4. Cerebro emocional

2.6.2. Variable 2: Proceso enseñanza aprendizaje

## 2.7. DELIMITACIONES

### 2.7.1. Temática

### 2.7.2. Temporal

## 2.8. LIMITACIONES

# CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

## 3.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

## 3.2. BASES TEÓRICAS DE LAS NEUROCIENCIAS Y EL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

### 3.2.1. Neurociencias

#### 3.2.1.1. Aspectos históricos

#### 3.2.1.2. Organización anatómica del sistema nervioso central

##### 3.2.1.2.1. La médula espinal

##### 3.2.1.2.2. El encéfalo

###### a) El bulbo raquídeo

###### b) La protuberancia

###### c) El cerebelo

###### d) El mesencéfalo

###### e) El diencéfalo

###### f) El telencéfalo

###### f.1) La corteza cerebral

#### 3.2.1.2.3. Células del Sistema nervioso central

##### a) La neurona

###### a.1) La corteza cerebral

- El núcleo celular

- El retículo endoplasmático

- El aparato de Golgi

###### a.2) La corteza cerebral

###### a.3) El axón

##### b) Las células gliales

###### b.1) Microglia

###### b.2) Astrocitos

###### b.3) Oligodendrocitos

###### b.4) Células ependimarias

#### 3.2.1.2.4. Proceso sináptico

##### a) Sinapsis químicas

- b) Sinapsis eléctricas
- c) Sinapsis mixtas
- 3.2.1.2.5. Proceso de plasticidad neuronal
  - a) Clasificación de la plasticidad neuronal
    - a.1) Plasticidad expectante a la experiencia
    - a.2) Plasticidad dependiente de la experiencia
  - b) Procesos de plasticidad neuronal
    - b.1) Neurogénesis
    - b.2) Plasticidad sináptica o Sinaptogénesis
    - b.3) Poda de sinapsis o “pruning”
- 3.2.1.3. Organización funcional del cerebro
  - a) La unidad que regula el tono o la vigilia
  - b) La unidad para recibir, analizar y almacenar la información del exterior
  - c) La unidad para programar, regular y verificar la actividad mental
- 3.2.1.3.1. Principios organizadores de los sistemas funcionales
- 3.2.1.3.2. Organización de las funciones cognitivas en el cerebro
  - a) La percepción
  - b) La atención
  - c) La memoria
    - c.1) Etapas hipotéticas del proceso de memorización
      - c.1.1) La codificación
      - c.1.2) El almacenamiento
      - c.1.3) La recuperación
    - c.2) Criterios de la memoria
      - c.2.1) “Criterio de intencionalidad
      - c.2.2) “Criterio de trasmisión de información
    - c.3) Clasificación de la memoria
      - c.3.1) Memoria sensorial
      - c.3.2) Memoria a Corto plazo o inmediata
      - c.3.3) Memoria a Largo plazo
  - d) El lenguaje
    - d.1) El sistema de ejecución del lenguaje
    - d.2) El sistema de mediación

- d.3) El sistema conceptual
- 3.2.1.4. El sistema Límbico
  - a) Hipotálamo
  - b) Amígdala
  - c) Hipocampo
  - d) Septum
- 3.2.1.4.1. Las emociones
- 3.2.1.4.2. El cerebro emocional y social
  - a) Modelo del cerebro Triuno
    - a.1) Cerebro protoreptiliano o reptiliano
    - a.2) Cerebro mamífero o sistema límbico
    - a.3) Cerebro neomamífero, neocorteza o cerebro pensante
- 3.2.1.4.3. Neuronas espejo
- 3.2.2. Proceso de enseñanza aprendizaje
  - 3.2.2.1. Proceso de enseñanza
    - 3.2.2.1.1. Dimensiones específicas de la docencia
      - a) La dimensión pedagógica
        - a.1) El juicio pedagógico
        - a.2) El liderazgo motivacional
        - a.3) La vinculación
      - b) La dimensión cultural
      - c) La dimensión política
    - 3.2.2.1.2. Dominios y Competencias docentes
  - 3.2.2.2. Proceso de aprendizaje
    - 3.2.2.2.1. Características de los niños y niñas del Tercer ciclo de Educación Básica Regular
    - 3.2.2.2.2. Competencias básicas
      - a) Área de Comunicación
        - a.1) Comunicación oral
        - a.2) Comprensión de textos
        - a.3) Producción de textos
      - b) Área de Matemática
        - b.1) Números, relaciones y operaciones
        - b.2) Geometría y medición

b.3) Estadística

3.2.3. Neurociencias y Proceso de enseñanza aprendizaje

3.2.3.1. Neuromitos relacionados al aprendizaje

3.2.3.2. Aprendizaje compatible con el cerebro

3.2.3.2.1. Principios sobre el aprendizaje basado en el cerebro

3.2.3.3. Plasticidad cerebral y aprendizaje

3.2.3.4. Importancia del juego en el aprendizaje desde los aportes de las neurociencias

3.2.3.5. Neurociencias, Movimiento y aprendizaje

3.2.3.5.1. Los propósitos del movimiento

3.2.3.6. Neurociencias y el área de Comunicación

3.2.3.6.1. Neurociencias y la enseñanza aprendizaje de la lectura

3.2.3.6.2. Neurociencias y la enseñanza aprendizaje de la escritura

3.2.3.7. Neurociencias y las Matemáticas

3.2.4. Emociones y proceso enseñanza aprendizaje

3.2.4.1. El estado de alerta relajado, la motivación y el aprendizaje

3.2.4.2. Neuronas espejo y clima socioemocional en las escuelas

3.2.4.3. Construcción del cerebro social

## **CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES**

4.1. DISCUSIÓN

4.2. CONCLUSIONES:

4.3. RECOMENDACIONES

## **INDICE DE CUADROS Y TABLAS**

Figura 1: Divisiones del Sistema Nervioso Central. Adaptación de de Niuwenhuys y cols, 1988

Figura 2: Subdivisiones de la Corteza Cerebral

Cuadro N° 1: Esquema Funcional del Procesado del Lenguaje

## INTRODUCCIÓN

El trabajo cotidiano con niños y niñas del Tercer ciclo de educación Primaria y los resultados observados en el avance de sus aprendizajes en aspectos básicos evaluados en las pruebas censales, me permitió generar un gran interés y motivación por intentar nuevas y mejoradas estrategias que los ayudaran a aprender y desarrollarse adecuadamente; por ello, es que me planteo la necesidad de conocer cómo es que se desarrollan realmente los procesos de aprendizaje en el cerebro de mis alumnos y qué estrategias son las más adecuadas a plantear para lograr los objetivos planteados.

Al iniciar mi investigación pude constatar de la existencia de mucha información acerca de las neurociencias y su importancia para la educación; pero que no planteaba claramente aspectos relevantes a tener en cuenta como docente y que, mucha de la información no tenía un verdadero asidero científico; debido a que, se basaba sólo en especulaciones o inadecuadas interpretaciones de estudios realizados generando neuromitos que se mantienen entre la comunidad educativa. Estas y otras situaciones me impulsaron a plantear como objetivo principal de mi investigación el poder determinar la relación de los aportes de las neurociencias a los procesos de enseñanza aprendizaje, proponiendo como hipótesis específicas el que la organización anatómica y funcional del sistema nervioso central y la plasticidad neuronal se relacionan con el proceso de enseñanza aprendizaje; además que, las neuronas espejo y el cerebro emocional se relacionan con el proceso de enseñanza aprendizaje.

Para poder validar o rechazar estas hipótesis y desarrollar el objetivo de la presente tesis planteé un estudio de enfoque cualitativo, de tipo explicativo con diseño de Teoría fundamentada; para lo cual, según los medios que se utilizan para la investigación este estudio es de tipo documental y utiliza como técnicas la recolección y revisión de variada información bibliográfica y documental que podrían permitir describir la relación del aspecto neurológico en el proceso de enseñanza aprendizaje y la relación del aspecto emocional en el proceso de enseñanza aprendizaje; objetivos específicos de la presente investigación; así como, poder validar o rechazar las hipótesis planteadas.

La presente investigación ha sido organizada en cuatro capítulos, estando el primero de ellos dedicado al problema de investigación, formulando el mismo, justificándolo y planteando las hipótesis y objetivos de estudio pertinentes.

En el segundo capítulo se presenta la metodología de la investigación explicándose el enfoque de la investigación, su alcance, diseño, describiendo el ámbito al cual se circunscribe y proponiendo las técnicas e instrumentos de los cuales se sirve para desarrollar los objetivos planificados. Además también se identifican las variables intervinientes y de plantean las delimitaciones y limitaciones propias del estudio.

Más adelante en el tercer capítulo se expone el marco teórico que brinda las bases científicas a la presente investigación y que se organiza tomando en cuenta las variables identificadas iniciándose con el conocimiento de las neurociencias y explicando la organización anatómica y funcional del sistema nervioso y, posteriormente explicando el funcionamiento del cerebro emocional y el sistema de neuronas espejo. Luego se aborda la variable del proceso de enseñanza aprendizaje, la cual se organiza teniendo en cuenta en primer lugar el proceso de enseñanza y subsecuentemente el proceso de aprendizaje especificando el Tercer ciclo de Educación primaria como centro de estudio. Finalmente, este capítulo presenta aquellos hallazgos de las neurociencias que pueden relacionarse con el proceso de enseñanza aprendizaje y que deberían tomarse en cuenta en las escuelas peruanas como un referente para la actuación docente.

En el último acápite, el capítulo cuatro se presenta la discusión surgida a partir de las indagaciones realizadas, las conclusiones a las que se llegaron a partir del análisis de la información recabada y las recomendaciones que se proponen asumir teniendo en cuenta este estudio y al culminar este capítulo se nombra la bibliografía que sirvió como referente para la realización del presente estudio cualitativo documental.

## **TÍTULO:**

# **NEUROCIENCIAS Y SU RELACIÓN EN EL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Durante la Conferencia Mundial Educación para Todos (1990), realizada en Tailandia, y posteriormente en el Foro Mundial sobre la Educación (2000) llevada a cabo en Dakar, se vislumbraron seis objetivos fundamentales que debían ser alcanzados para el año 2015, objetivos que se relacionados a la atención y educación de la primera infancia, la universalización de la educación primaria, el aprendizaje para jóvenes y adultos a lo largo de la vida, la alfabetización de adultos, la igualdad entre los sexos y la calidad en educación; siendo este último el que se acerca más a lo que se desea alcanzar con esta investigación; calidad educativa; y que pueden ser traducidos en la aplicación de prácticas educativas acordes a los nuevos conocimientos del cerebro, descubiertos y propuestos por las Neurociencias.

Para América Latina, estas iniciativas se hicieron explícitas tanto en la Declaración de Cochabamba del 2001, como en la Declaración de La Habana; en donde, se clarifican esfuerzos que concretan, en Perú, el documento denominado Proyecto Educativo Nacional y que contiene seis objetivos fundamentales, tres de los cuáles se relacionan con el fin de este estudio.

Este documento fue creado por el Consejo Nacional de Educación (CNE, 2006):

Oportunidades y resultados educativos de igual calidad para todos, de donde se espera, como uno de sus resultados el poder brindar “trece años de buena educación sin exclusiones”, Estudiantes e instituciones que logran

aprendizajes pertinentes y de calidad, Maestros bien preparados que ejercen profesionalmente la docencia. (p. 12)

Estos tres objetivos se relacionan con la finalidad de esta investigación, por considerar que el poder reunir los conocimientos descubiertos por las Neurociencias ayudaría a tener una mejor comprensión de los procesos de aprendizaje y de la optimización de las prácticas de enseñanza acordes con los mismos.

Si bien es cierto que el Proyecto Educativo Nacional, muestra objetivos claros y algunas propuestas de acción direccionadas al desarrollo de los mismos; son algo desalentadores los resultados de las evaluaciones censales realizadas a los niños y niñas de segundo grado de educación primaria durante el año 2012 y 2013 presentados por el Ministerio de Educación; según los cuales, se ubican en el nivel satisfactorio (de logro) en el área de Comprensión lectora un 30.9 % en el año 2012 y en un 33% en el año 2013 habiendo crecido sólo un 2.1%; y en cuanto a Resolución de problemas sólo un 12.8% de la población escolar total censada alcanzó un nivel satisfactorio en el año 2012 y un 16.8% en el año 2013 lo que se traduce en un avance positivo de 4.1%, según la comparación de resultados de las evaluaciones censales presentados por la Unidad de Medición de calidad (2012-2013). Estos resultados, denotan un avance positivo; pero no muy significativo a pesar de todas las acciones tomadas.

Del mismo modo, los resultados obtenidos en la ronda del Programa Internacional para la Evaluación de estudiantes (PISA) del año 2012, realizada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico en donde se evalúan las competencias lectoras, matemáticas y científicas de los alumnos de 15 años y cuyos resultados fueron presentados en Perú en un informe realizado por el Ministerio de Educación (MINEDU) del año 2013, se puede apreciar que en el área de matemática los estudiantes peruanos están bordeando los límites inferiores del nivel 1 de logro (nivel más bajo); es decir, que:

Pueden responder a las preguntas que involucran contextos conocidos, en los que se encuentra toda la información necesaria y las preguntas están claramente definidas. Son capaces de identificar la información y llevar a cabo procedimientos rutinarios siguiendo instrucciones directas en situaciones

explícitas. Realizan acciones obvias que se deducen inmediatamente de los estímulos presentados. (p. 19)

En cuanto al nivel de competencias lectoras, la mayor parte de alumnos peruanos se encuentran en el nivel '1<sup>a</sup>' de desarrollo tomando en cuenta el informe PISA en MINEDU (2013), lo cual significa que están en un desempeño medio; es decir que

Los estudiantes pueden ubicar uno o más datos independientes expresados explícitamente, reconocer el tema central o el propósito del autor en textos sobre temas conocidos, y establecer relaciones sencillas entre información del texto y saberes de la vida cotidiana. De igual modo, localizan datos notorios en el texto cuando hay poca o ninguna información que compite con estos. En este nivel, las preguntas orientan de manera explícita a los estudiantes para que tomen en cuenta los factores relevantes de la tarea y del texto. (p. 48)

En el área de Competencias científicas, Perú tiene desempeños medios en el nivel más bajo de la escala, nivel 1, según el Informe PISA presentado por MINEDU (2013), lo que explica que sus estudiantes “tienen un conocimiento científico tan limitado que solo pueden aplicarlo a escasas situaciones familiares. Pueden ofrecer explicaciones científicas que son obvias y deducibles explícitamente de las evidencias dadas”. (p.53)

Tanto los resultados obtenidos en la prueba censal como en las pruebas PISA, reflejan un inadecuado nivel de logro de los aprendizajes básicos que deberían poseer nuestros estudiantes a esas edades; por lo cual, el Estado Peruano ha asumido diversas propuestas que alcanzan opciones como la realización de Jornadas informativas, Jornadas de apoyo o acompañamiento pedagógico, el establecimiento de herramientas de apoyo a la labor docente como las Rutas de aprendizaje y el planteamiento de metas de aprendizaje a través de los Mapas de progreso; con el fin de establecer estrategias que puedan efectivizar el aprendizaje de los niños y niñas; sin embargo, se debería analizar si éstas alternativas toman en cuenta la comprensión real del cómo se aprende y de cómo el aprendizaje puede ser optimizado a través de los aportes realizados por las neurociencias relacionados con el proceso de enseñanza aprendizaje y el desarrollo emocional de los estudiantes.

## **1.6. FORMULACIÓN DE PROBLEMA**

El logro de las competencias básicas evaluadas por las pruebas censales y Pisa dependen de las políticas de Estado explicitadas en el Proyecto Educativo Nacional por el CNE (2006) que menciona como uno de sus planteamientos el “asegurar prácticas educativas basadas en criterios de calidad y de respeto a los derechos del niño”(p. 72); acciones enfatizadas a nivel pedagógico en: el aprovechamiento de los conocimientos previos, los estilos de aprendizajes, el trabajo permanente en equipo, el uso de la evaluación como instrumento pedagógico, el destierro del sedentarismo y la inactividad como estilo de aprendizaje y la promoción de un clima de aula positivo.

Sin embargo, los resultados obtenidos en ambas evaluaciones aún no reflejan grandes avances respecto a estas acciones formuladas por el Proyecto Educativo nacional; lo cual, nos hace suponer la existencia de algunas prácticas pedagógicas inadecuadas o no efectivas; tal vez, debido al desconocimiento de los procesos neurológicos y emocionales subyacentes en todo aprendizaje que han sido y vienen siendo estudiados por neurocientíficos quienes posibilitaron el desarrollo de las ciencias del estudio del cerebro y su relación con otras áreas llegando; por fin, a establecer un dialogo estrecho con la educación que posibilite el análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje con la finalidad de comprenderlos y potenciarlos.

Por ello la presente investigación se pregunta:

### **1.6.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Qué aportes de las neurociencias se relacionan con el proceso de enseñanza y aprendizaje?

### **1.6.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Qué aspectos neurológicos estudiados por las neurociencias se relacionan con el proceso de enseñanza aprendizaje?

¿Qué aspectos emocionales estudiados por las neurociencias se relacionan con el proceso de enseñanza aprendizaje?

## **1.7. JUSTIFICACIÓN**

La mejora de la calidad educativa depende, en gran medida, de los conocimientos que posean los actores educativos; es decir, los conocimientos que los docentes y demás responsables de la educación deberían tomar en cuenta acerca de los diferentes procesos neurológicos y emocionales que se realizan para poder desarrollar un aprendizaje exitoso o significativo y; de esta manera, alcanzar las competencias básicas esperadas en cada nivel de estudio.

Aportes como los hallazgos acerca de la capacidad de plasticidad neuronal (OCDE, 2009; Gonçalves T., 2011) afirman que es la flexibilidad del cerebro para responder a las demandas ambientales, modificándose debido al debilitamiento o fortalecimiento de conexiones, lo que conlleva a aprendizajes; el proceso de pruning o poda de neuronal que menciona Gonçalves (2011) “acontece a lo largo del proceso de desarrollo del cerebro, y las neuronas excedentes son progresivamente eliminadas para mantener el equilibrio y optimizar el funcionamiento del cerebro” (p. 13), el conocimiento del cerebro emocional o sistema límbico que es el responsable del control de las emociones, los periodos de aprendizaje expectante que como se menciona en OCDE (2009) ocurre cuando el cerebro halla una experiencia relevante en una etapa óptima para aprender conocida como periodo sensible y el aprendizaje dependiente, tomando como referencia a OCDE (2009) corresponde con la modificación estructural del cerebro como resultado de su exposición a ambientes complejos a lo largo de la vida, las neuronas espejo propuestas por Rizzolatti y que son las responsables del aprendizaje por imitación, la empatía y el aprendizaje social, entre otros; brindan a todas las personas y especialmente a las relacionadas al ámbito educativo, en su función de orientar e intervenir en los procesos educativos, una mejor comprensión de cómo se aprende y cómo se pueden utilizar mejores herramientas que conlleven a una educación exitosa y que logre superar los estándares esperados.

Esta investigación, permitirá identificar aportes vigentes, relevantes y aplicables de las Neurociencias al ámbito educativo; a fin de poder elaborar un análisis constructivo de aquellos que puedan permitir reconocer prácticas educativas acordes con los mecanismos

a través de los cuales aprende el cerebro; y lograr optimizar la labor educativa del docente aplicando estos fundamentos y conocimientos.

En este contexto se requiere organizar los aportes realizados por las neurociencias que se relacionan con el ámbito educativo y se aspira a que la información recabada, organizada y presentada en esta investigación sea de fácil comprensión para los educadores que accedan a ella y; cuenten así, con una herramienta que posibilite el análisis de sus prácticas educativas, pudiendo generar conclusiones y sugerencias que permitan orientar las acciones pedagógicas y se tomen las decisiones adecuadas con una base informada y teniendo en cuenta la forma en que el cerebro aprende; así como, la importancia del desarrollo emocional como uno de los aspectos fundamentales para el aprendizaje, con la finalidad de procurar la optimización del proceso de enseñanza aprendizaje según las competencias consideradas dentro del currículo nacional.

Siendo que este es un estudio cualitativo de tipo documental la presente investigación plantea estudiar:

## **NEUROCIENCIAS Y SU RELACIÓN EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE.**

### **1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL:**

Los aportes de las neurociencias permiten tener en cuenta los aspectos neurológicos y emocionales relacionados al proceso de enseñanza aprendizaje en las escuelas.

### **1.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:**

- La organización anatómica y funcional del sistema nervioso central y la plasticidad neuronal se relacionan con el proceso de enseñanza aprendizaje.

- Las neuronas espejo y el cerebro emocional se relacionan con el proceso de enseñanza aprendizaje.

## **1.8. OBJETIVOS DE LA TESIS:**

### **1.8.1. OBJETIVO GENERAL:**

Determinar la relación de los aportes de las neurociencias a los procesos de enseñanza aprendizaje.

### **1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Describir la relación del aspecto neurológico en el proceso de enseñanza aprendizaje.
- Describir la relación del aspecto emocional en el proceso de enseñanza aprendizaje.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

## **CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN:**

Toda investigación científica es según Hernández R., Fernandez C. & Baptista P. (2006) “un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno” (p. 22) y tiene propósitos que desarrollar, los mismos que son el producir conocimientos y teorías o el poder resolver problemas.

La presente investigación presenta un enfoque cualitativo; debido a que, como lo menciona Hernández R. et. al. (2006) “se fundamenta más en un proceso inductivo (explorar y descubrir, y luego generar perspectivas teóricas)” (p. 8) y que conllevan, como lo sostiene Sandín M. (2003) a “la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales, a la transformación de prácticas y escenarios socioeducativos, a la toma de decisiones y también hacia el descubrimiento y desarrollo de un cuerpo organizado de conocimientos” (p. 123) acerca de los aportes de las neurociencias que poseen relación con el proceso enseñanza aprendizaje.

Todo enfoque cualitativo presenta ciertas especificidades que lo caracterizan, entre ellas, las mencionada por Hernández R. et. al. (2006) que presenta “una perspectiva interpretativa centrada en el entendimiento”, en el caso de esta investigación en aquellos aportes o hallazgos realizados por las neurociencias que guardan relación con el proceso de enseñanza aprendizaje realizado en las escuelas y por no tener un orden riguroso en la consecución de procesos permite la generación de preguntas e hipótesis a lo largo de

toda la investigación; lo cual permitiría que se generen aportes y se añadan nuevos datos que enriquezcan la investigación en sí misma.

## **2.2. ALCANCE LA INVESTIGACIÓN**

El tipo de alcance la investigación abordado será explicativo; ya que, va más allá de la descripción y como lo menciona Hernández R. et. al. (2006) “su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da este” (p. 49); es decir, poder caracterizar las condiciones neurológicas y emocionales indispensables a tener en cuenta en todo proceso de enseñanza aprendizaje.

Esta investigación implicará la exploración de los estudios y aportes realizados por las Neurociencias acerca de la organización anatómica del sistema nervioso central y la plasticidad neuronal, las neuronas espejo y el cerebro emocional; los describirá y luego pretende realizar una correlación entre éstos y el proceso de enseñanza aprendizaje, aspirando; tras ello, que estos aportes posibiliten una mejor comprensión de los mecanismos subyacentes en todo proceso de enseñanza aprendizaje y permita la revisión de las prácticas educativas por parte de los docentes, tomándose en cuenta la forma real por la que se aprende y, por ende, se coadyuve a la mejora de la calidad educativa nacional.

## **2.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño a presentar en este estudio es de Teoría fundamentada, que como sostiene Hernández R. et. al. (2006) “utiliza un procedimiento sistemático cualitativo para generar una teoría que explique en un nivel conceptual una acción, una interacción o un área específica.”(p. 687)

El diseño de Teoría fundamentada, según planteamiento realizado por Hernández R. et. al. (2006) presenta como rasgo principal el “que los datos se categorizan con codificación abierta, luego el investigador organiza las categorías resultantes en un modelo de interrelaciones (codificación axial), que representa a la teoría emergente y explica el proceso o fenómeno de estudio” (p. 691); proceso que se realizará al poder recabar y analizar los aportes brindados por las Neurociencias que se relacionan al proceso de

enseñanza aprendizaje, permitiendo generar a partir de estos aportes el desarrollo de la comprensión del proceso de enseñanza aprendizaje que se espera redunde en una mejor comprensión de los mismos y; por ende, en la adecuada planificación y ejecución de actividades de enseñanza aprendizaje.

Según los medios que se utilizan para la investigación, ésta es de tipo documental; ya que, como lo menciona Rodríguez I. (2005) “la Investigación Bibliográfica y Documental nos proporciona conocimientos de las investigaciones ya existentes”(p. 71), información que proviene de múltiples fuentes y que debe seguir un procedimiento basado para Arias F. (2006) en “la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas.” (p. 27).

En el caso de la presente investigación, el poder recabar información referente a estudios realizados por las neurociencias, seleccionar aquellos que relacionados a los procesos de enseñanza aprendizaje y, finalmente, organizar estos aportes recurriendo a un proceso de análisis inductivo de la información pertinente a esta investigación, presentar esta nueva información que reúne datos en donde se evidencia la relación existente entre neurociencias y el proceso de enseñanza aprendizaje y construyendo un nexo entre estos aspectos.

#### **2.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN:**

La investigación al ser de tipo documental pretende presentar datos hallados en la revisión de múltiples documentos físicos y virtuales que reúnen los aportes y descubrimientos realizados por las neurociencias que podrían aplicarse al ámbito educativo y; en consecuencia podrían convertirse en una herramienta que ayude a clarificar la tarea educativa al organizar y presentar aquellos aportes de las neurociencias que se relacionan con el proceso enseñanza aprendizaje.

El objeto de estudio está comprendido por libros impresos, libros digitales, revistas, páginas web y documentos en línea recuperados de diversas bibliotecas de entidades públicas y privadas; así como, en direcciones web visitadas a través de buscadores académicos.

Del universo de información impresa y digital encontrada se realizó un proceso de selección de aquella información más representativa y acorde con los objetivos de la presente investigación teniendo en cuenta los aspectos de confiabilidad de la información por ser planteada por reconocidos estudiosos de las neurociencias, validez de la misma al

determinar años de publicación y estudios que los avalan, credibilidad de sus autores y transferibilidad de la misma al poder ser relacionada al ámbito educativo y más aún al proceso de enseñanza aprendizaje.

## **2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:**

La presente investigación al tener un enfoque cualitativo de alcance explicativo y diseño documental, utiliza como técnica la recolección y análisis de información bibliográfica y documental acerca de las variables de estudio apoyándose, para tal fin, en instrumentos como la elaboración de fichas bibliográficas y del análisis de la información hallada en las referencias encontradas en bibliotecas y páginas web especializadas.

El análisis de la información encontrada consiste en la revisión, clasificación y organización de los datos obtenidos, según la relación que presenta con las variables de estudio planteadas; lo que permitiría, posteriormente al investigador, el poder obtener información que relacione las neurociencias y el proceso enseñanza aprendizaje; para con ello, poder presentar un informe que reúna los datos más relevantes acerca de esta relación y su importancia en los ámbitos educativos.

## **2.6. VARIABLES:**

Las variables de estudio se corresponden con los objetivos propuestos para la investigación y son las siguientes:

**2.6.1. Variable 1: Neurociencias:** Kandel E., Jessell T &.Schwartz J. (2001) manifiestan que la neurociencia representa la unión de grandes ciencias como la anatomía, embriología, neurofisiología, la psicología cuyo fin es el poder comprender cómo se ejecutan los diversos procesos mentales que permiten a los individuos percibir, actuar, aprender y recordar.

Componentes:

2.6.1.1. Organización anatómica y funcional

El sistema nervioso central, Kandel et. al. (2001):

“Consta de la médula espinal y el encéfalo. El encéfalo está compuesto de seis regiones, cada una de las cuales puede subdividir áreas diferenciadas desde el punto de vista anatómico y funcional. Las seis partes principales del encéfalo son el bulbo, la protuberancia, el cerebelo, el mesencéfalo, el diencéfalo y los hemisferios cerebrales o telencéfalo.” (p.319) “El sistema nervioso central consiste en varios sistema funcionales diferenciados...para cada una de las modalidades de sensación y para la acción”. (p. 323)

#### 2.6.1.2. Plasticidad neuronal:

Es, tomando como referencia aporte de OCDE (2009), la flexibilidad del cerebro para responder a las demandas ambientales, modificándose debido al debilitamiento o fortalecimiento de conexiones, lo que conlleva al constante cambio de las estructuras cerebrales existentes a lo largo de toda la vida de la persona.

#### 2.6.1.3. Neuronas espejo:

Son un sistema de neuronas que se encuentran ubicadas según Castro M. (2014) “en los lóbulos frontales, parietales posteriores, en los surcos temporales superiores, en las cortezas premotoras y en los lóbulos de la ínsula.” (p. 10) y que se activan al momento de observar una acción en otras personas; lo que supone, que sean consideradas lavase de la empatía, la cual es definida por Moya-Albiol L. et. al. (2010) como aquella capacidad de poder comprender las acciones y emociones del otro y poder ponerse en su lugar pudiendo compartir su estado emocional.

#### 2.6.1.4. Cerebro emocional:

El cerebro emocional o sistema límbico como se menciona en FECYT, 2007, es el resultado del proceso de evolución desde hace millones de años que permitió a los hombres primitivos desenvolverse, adaptarse y

sobrevivir en su medio a pesar de los múltiples peligros a los que estaban expuestos. Está formado por las amígdalas y el hipocampo y es el responsable del control de las emociones.

### **2.6.2. Variable 2: Proceso enseñanza aprendizaje**

La Ley general de Educación 28044 explica que el proceso de enseñanza aprendizaje

“Se desarrolla a lo largo de toda la vida y que contribuye a la formación integral de las personas, al pleno desarrollo de sus potencialidades, a la creación de cultura, y al desarrollo de la familia y de la comunidad nacional, latinoamericana y mundial. Se desarrolla en instituciones educativas y en diferentes ámbitos de la sociedad.” (Artículo 2)

## **2.7. DELIMITACIONES**

### **2.7.1. TEMÁTICA:**

La presente investigación se limitará a reunir, analizar, organizar y presentar información acerca de los aspectos neurológicos (la organización anatómica y funcional del sistema nervioso central y la plasticidad neuronal) y aspectos emocionales (cerebro emocional y neuronas espejo) que se relacionan con el proceso de enseñanza aprendizaje circunscrito en el Tercer ciclo de la Educación Básica Regular, que comprende el Primer y Segundo grado de primaria en las áreas de Matemática y Comunicación, como menciona en el Diseño Curricular Nacional (2009) debido a que es donde se deben fortalecer las “capacidades comunicativas mediante el aprendizaje de la lectura y escritura” (p. 13), el desarrollo del “pensamiento del niño se caracteriza por ser concreto (p. 13) y en donde se activa un creciente interés por el desarrollo socioemocional.

De igual manera, es al finalizar el Tercer ciclo de la Educación Primaria, se espera que los estudiantes consoliden sus habilidades en cuanto a la lectoescritura y que hayan

adquirido el dominio de nociones matemáticas básicas; logros esperados que son valorados por la ECE evaluando la eficacia de las intervenciones realizadas por el Estado peruano con la finalidad de mejorar los logros de aprendizaje en las áreas de Comunicación y Matemática.

Así mismo, este estudio no abordará información acerca de trastornos neurológicos ni específicos de aprendizaje por considerar que no se circunscriben a los objetivos de la investigación.

### **2.7.2. TEMPORAL:**

La presente tesis se circunscribe a aquellos hallazgos realizados por médicos, científicos y otros estudiosos que se encuentran publicados en medios de dominio público y han sido ya reconocidos por su relevancia en el ámbito educativo. Por ser la neurociencia una ciencia reciente y cuyos estudios realizan descubrimientos día a día, es que la presente investigación posee limitaciones temporales respecto a la información que expone; ya que, si se realizaran hallazgos que modifiquen los conocimientos y premisas estipulados en este estudio se debería modificar el mismo.

Algunos de los recientes descubrimientos y aportes realizados por las neurociencias al conocimiento mundial se refieren por ejemplo a la identificación de una nueva parte en el cerebro como se menciona en una publicación del diario Neuron (citado por el Diario El Confidencial, 2014), la cual fue hallada por Matthew Rushworth y Franz-Xaver Neubert de la Universidad de Oxford, quienes realizaron un estudio tanto estructural como funcional para comparar diferentes áreas cerebrales entre humanos y monos macacos, no fue una sorpresa hallar enormes similitudes entre los cerebro humanos y el de los monos; pero, sí el ubicar una zona que según muestran las imágenes es netamente humana, esta zona se localiza en la corteza frontal ventrolateral y se relaciona con la planificación estratégica y la capacidad de tomar decisiones.

Así mismo, este año como menciona el diario La gran época (2014) se premió con el Nobel de Medicina y Fisiología a el profesor John O'Keefe de la Universidad de Londres y a los esposos May Britt Moser y Edwar I. Moser por el descubrimiento de un sistema en nuestro cerebro que nos permite saber dónde estamos y cómo poder hallar un camino, este descubrimiento es una especie de sistema de posicionamiento similar a un Global Positioning Systems (GPS) que posee nuestro cerebro. La existencia de este sistema fue planteado por primera vez por John O'Keefe en el año 1971 al identificar un tipo de

células en el hipocampo que se activaban al identificar un ambiente determinado llegando a concluir que se trataban de unas células de posicionamiento; recién en el año 2005 los esposos May Britt Moser y Edwar I. Moser descubrieron las denominadas células nerviosas Grip o de posicionamiento, que junto con el hallazgo de O'Keefe confirman el denominado sistema de posicionamiento cerebral.

## **2.8. LIMITACIONES:**

Algunos de los obstáculos hallados para el desarrollo de esta tesis fue el encontrar información aceptada y reconocida respecto al ámbito del estudio; pues muchos de los datos encontrados se basan en mitos generados por una inadecuada interpretación de los hallazgos realizados por las neurociencias y que hasta hoy en día se aceptan como ciertos llevando a un gran desconocimiento y error a personas y profesionales.

Así mismo, en nuestro país aún no se expande el interés por conocer más acerca de la relación entre neurociencias y el proceso de enseñanza aprendizaje, por lo que la mayor parte de la información encontrada proviene de fuentes extranjeras, sólo algunas instituciones muestran un real interés por conocer la forma en que aprende el cerebro y; de esta manera poder guiar el accionar pedagógico de los actores educativos que intervienen en esta tarea.

## **CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO**

### **3.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

La relación entre Neurociencia y educación se inició como lo sostiene James (1890) (citado por Battro A., 2012) “El gran tema en toda nuestra educación es convertir al sistema nervioso en nuestro aliado y no en nuestro enemigo” (p. 1). Se trata de poder acercar esta ciencia a la educación y no sólo para explicitar la funcionalidad de los procesos superiores de percepción, atención, memoria, emociones, lenguaje y pensamiento matemático; sino de, como lo menciona Battro A. (2012) en su artículo “Neuroeducación: Cerebro en la escuela” de traer el cerebro al aula, porque el conocimiento del mismo enriquecería la actividad docente, el proceso de aprendizaje del alumno y, por ende, el conocimiento del ser humano.

En el año 1999, al culminar la denominada Década del cerebro, se da una gran iniciativa en torno al acercamiento entre neurociencia y educación iniciándose el proyecto Cerebro y Aprendizaje a cargo del Centro de Investigación e Innovación Educativa (CERI) bajo el apoyo de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), gracias a los cuales se fomentan investigaciones acerca del cerebro y el aprendizaje con el fin de promover mejores prácticas educativas y la eliminación de creencias o mitos surgidos por desconocimiento o inadecuada interpretación de algunos estudios científicos. Posteriormente en Estados Unidos en el año 2009 se organizó y llevó a cabo la Cumbre de Educación convocada por la Sociedad para La Neurociencia, en cuya reunión el neurocientífico Kenneth Kosik, director de International Institute of Mind Brain and Education, brinda importante información que promueve mayor interés en la relación existente entre Neurociencia y educación.

Todas estas iniciativas han permitido grandes avances en cuanto al conocimiento de la forma en cómo se realizan las funciones superiores y los aprendizajes; ahora lo que se necesita es que todo este bagaje informativo llegue a los docentes y pueda ser conocido y utilizado por ellos para que puedan comprender la forma en que aprenden sus estudiantes y sean capaces de diseñar estrategias más efectivas de aprendizaje facilitando de esta manera una verdadera relación entre la Neurociencia y el proceso enseñanza aprendizaje.

Los docentes deberían conocer cómo la organización anatómica y funcional del cerebro, la plasticidad neuronal, el cerebro emocional y las neuronas espejo se relacionan con el proceso de enseñanza aprendizaje para, de esta manera, mejorar la habilidad del docente para enseñar y del estudiante para aprender; lo cual posibilitaría la mejora de la calidad educativa en el país.

Encalada & Reino (2013) realizaron un estudio denominado “Evaluación de la madurez neuropsicológica de los niños y niñas del nivel inicial” en Ecuador con el fin de prevenir posteriores dificultades en el aprendizaje de la lectoescritura obteniéndose que se muestran como las áreas con menor puntuación el lenguaje expresivo con un 67%, lenguaje comprensivo con 65%, psicomotricidad con 53%, visopercepción con 73% y ritmo con un 58%, resultados que traducen una gran probabilidad que los niños y niñas con estos resultados presenten dificultades en el aprendizaje de la lectoescritura y en entrevistas realizadas a las educadoras se pudo evidenciar poco conocimiento respecto a las áreas que intervienen en el aprendizaje de la lectoescritura; lo cual permite la identificación de factores de riesgo que influirían futuros aprendizajes y que deben ser abordados mediante una intervención adecuada y eficaz.

Izaguirre M. (2011) en su estudio sobre “La calidad percibida del servicio educativo luego de la aplicación de conocimientos de la neurociencia en el post grado de la Escuela Profesional de Turismo y Hotelería de la USMP”, evidenció que luego de la utilización de conocimientos neurocientíficos en la sesión de aprendizaje, mejora significativamente la percepción de la calidad del servicio educativo, en las dimensiones de «información recibida e integrada» y «percepción docente» que según los resultados obtenidos debería a que se brindó el rol protagónico a al aprendizaje generando estrategias que interrelacionan al docente y los alumnos a través de la educación virtual.

Canales R. (2011) realizó un estudio de “Asociación entre el desarrollo de factores neuropsicológicos, procesos cognitivos y niveles de lectura en niños de diferente nivel socioeconómico del Callao” hallando asociación entre diversos factores neuropsicológicos, procesos cognitivos y procesos de la lectura en los niños de la muestra; así como un rendimiento diferenciado en procesos cognitivos e inteligencia, y en procesos de la lectura a favor de los niños del nivel socioeconómico medio alto B. En los niños de 2º, 3º y 4to. Grado de primaria del Callao perteneciente al nivel socio-económico muy bajo: E, se encontró que a mayor rendimiento en factores neuropsicológicos hubo un mayor rendimiento en el proceso cognitivo Memoria de trabajo y los procesos gramaticales de la lectura. Así también entre oído fonemático y el proceso de Identificación de letras en la lectura; en cuanto a los niños del 2º, 3º y 4to. Grado de primaria del nivel socio- económico medio- alto B rindieron mejor en procesos cognitivos e inteligencia, mientras que los niños del Nivel socio económico bajo E, obtuvieron un bajo rendimiento.

Meléndez K. (2010) investigó la interrogante acerca de “¿Qué teorías y prácticas de las neurociencias pueden mejorar el desempeño académico de los estudiantes con problemas específicos de aprendizaje en los niveles de Kinder a tercero? Realizada en Puerto Rico” pudo concluir que los educadores deben desarrollar estrategias tomando en consideración el funcionamiento del cerebro para crear entornos educativos enriquecedores, basar las prácticas educativas en los intereses y experiencias previas de sus estudiantes, establecer conexiones entre lo aprendido y las experiencias múltiples y complejas para que el aprendizaje sea significativo, activar las emociones para potenciar la experiencia para aprender, tomar en cuenta los estilos de aprendizaje y planificar actividades tomando en cuenta el procesamiento de la información a través de los sentidos.

Candelario N. (2010) en su indagación acerca de “La Neurociencia Integrada en el Diseño Universal para el Aprendizaje de estudiantes con discapacidades en Puerto Rico” concluye que el Sistema Educativo Público debe transformarse, reinventarse y buscar alternativas para poder ayudar a los estudiantes promoviendo el uso de modelos innovadores de enseñanza dirigidos al pleno desarrollo de todos ellos; conocer información sobre la neurociencia, la comprensión del pensamiento humano, las

emociones y el comportamiento ayudaría a lograr un proceso enseñanza aprendizaje más efectivo e integrados con el Diseño Universal de Aprendizaje.

Cotto J. (2009) investigó “El aprendizaje del cerebro y la educación preescolar en Puerto Rico”, cuyo objetivo era el conocer los conceptos de la aplicación de la neuroeducación para identificar estrategias que sirvan de guía a los maestros y administradores de los centros de nivel preescolar con el fin de aumentar el aprovechamiento académico de los estudiantes, llegando a establecer que los niños de educación preescolar poseen un potencial innato para alcanzar el máximo desarrollo de sus capacidades; pero, su desarrollo depende de los ambientes socioemocionales en los cuales conviven, por ello las prácticas educativas deben tener en cuenta la manera en que el cerebro procesa la información que recibe de los sentidos y las emociones generadas en un proceso educativo.

Gotay Y. (2008) investigó cómo los hallazgos de la neurociencia pueden ayudar a los maestros en la enseñanza aprendizaje de sus estudiantes, titulado a su estudio “Neurociencia: Herramienta para facilitar el aprendizaje en Puerto Rico”, llegando a la conclusión de que en todo aprendizaje la emoción debe ser agradable y generar sentimiento positivo hacia la actividad y el proceso de aprendizaje; ya que, en este proceso es necesario valorar el ánimo del estudiante y la predisposición que tenga hacia la captación de la información nueva; por ello los docentes deben utilizar diferentes estrategias de enseñanza que relacionen las experiencias previas de los estudiantes con los nuevos aprendizajes; así mismo, se deben evitar los estado de estrés extremo pues bloquean el aprendizaje.

### **3.2. BASES TEÓRICAS DE LAS NEUROCIENCIAS Y EL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

#### 3.2.5. Neurociencias

##### 3.2.5.1. Aspectos históricos:

El estudio del cerebro y de los misterios que éste encierra tiene una larga historia; pues, desde los Paracas y sus neurocirugías primitivas que conocemos como trepanaciones craneanas hace más de 7000 años, los antiguos egipcios que hace 5000 años, como se menciona en Lillo C. et al. (2012), mencionaron al cerebro en el papiro Médico Edwin Smith el cual data del año 1600 a.C.; considerado por algunos una copia del Libro Secreto Médico probablemente escrito hace 3000 años por Imhotep, cuya finalidad era, tal vez ser un instructivo o manual de enseñanza para los cirujanos egipcios de la época. En este papiro como Lillo C. et al. (2012) postula que se utilizaron primero las palabras “cerebro, meninges, suturas craneanas y líquido céfalo raquídeo, constituyendo las bases de la primera nomenclatura anatómica.” (p. 1359)

Este y otros documentos pudieron formar la base de los conocimientos y prácticas médicas de los grecorromanos. González J. (1997), en su artículo Evolución histórica de la relación Mente-cerebro presenta a Platón que conjeturaba que el cuerpo era la “cárcel del alma” y que el alma lograba comunicarse gracias al cerebro “el alma inmortal tiene su asiento en la cabeza, separada de las restantes partes del cuerpo por el estrechamiento natural del cuello”; es decir, que ya Platón consideraba que la cabeza era la encargada de las funciones superiores o funciones cognitivas, lo cual puede considerarse un gran adelanto para los conocimientos que se tenían en aquella época.

Posteriormente Hipócrates (400 a.C.), el padre de la medicina, realizó estudios y escribió acerca de la considerada “Enfermedad sagrada”, la epilepsia. En este escrito Hipócrates identifica al cerebro como el causante de la misma y además hace algunas precisiones acerca de la organización del cerebro en dos partes separadas por una membrana (hemisferios) y sus conexiones a través de venas con varios órganos y músculos; pero, la mayor importancia de sus estudios radica en el hecho de ya no considerar a esta enfermedad como un designio de los dioses; sino, que posee una naturaleza y puede ser comprendida como las otras enfermedades, sentando las bases de las futuras investigaciones y hallazgos médicos que la tecnología pudo ayudar a descubrir y confirmar.

Hipócrates (400 a.C.) mencionado por Campos A. (2010) sostenía ya en sus tiempos que:

Los hombres deben saber que del cerebro, y solo de él, vienen las alegrías, las delicias, el placer, la risa y también, el sufrimiento, el dolor y los lamentos.

Y por él, adquirimos sabiduría y conocimiento y vemos, y oímos y sabemos lo que está bien y lo que está mal, lo que es dulce y lo que es amargo. Y por el mismo órgano, nos volvemos locos, y deliramos y el miedo y el terror nos asaltan. Es el máximo poder en el hombre. Es nuestro intérprete de aquellas cosas que están en el aire. (p. 20)

Posteriormente y con el auge del Imperio Romano surge Galeno, quien realizó experimentos con diversas regiones del cerebro logrando establecer que cada parte del cerebro se especializa en una función.

El interés por el cerebro pierde mayor atención, pues muchos consideraban al corazón como el centro de toda actividad y como el órgano más importante; pues, Aristóteles en su tiempo había realizado esta afirmación y era muy respetada y seguida por muchos científicos. Con la llegada del siglo XVII, especialmente con la contribución que realiza René Descartes en el año 1637 al afirmar en su 'Discurso del método para conducir bien la propia razón y buscar la verdad en las ciencias', establece su máxima: 'Cogito ergo sum' (Pienso y luego existo) abrió nuevas formas de pensar tanto para la filosofía como para la ciencia, debido a que vinculó la mente humana y el cerebro, lo que reanimó el interés por conocer el cerebro y su funcionamiento.

Al transcurrir el tiempo, en 1664, Thomas Willis mencionado en Fresquet J. (2005), es el primero en utilizar en término Neurología para estudiar el sistema nervioso y relacionar éste con funciones de orden superior y abre las puertas de toda una vertiente de científicos e investigadores que se encargan de ir dilucidando poco a poco la relevancia de este sistema para la vida al experimentar con animales y al realizar disecciones en cadáveres.

Surgen en el siglo XIX Carl Wernicke y Paul Broca, quienes ubican zonas de lenguaje expresivo y comprensivo en el cerebro. Al poco tiempo Camilo Golgi, físico italiano, logra visualizar una neurona con la Tinción Golgi (tinción de Nitrato de Plata) y en España, Santiago Ramón y Cajal, utilizando la denominada Tinción de Golgi, logra proponer la teoría neuronal, explicando la composición del cerebro haciendo notar que estaba constituido por unidades, neuronas, independientes; pero conectadas entre sí. Por estos descubrimientos Golgi y Ramón y Cajal se hicieron merecedores al Nobel de medicina en

el año 1906 compartiendo dicho galardón. Estos avances permitieron centrar mayor interés en el estudio del sistema nervioso y en los casos que se presentaban, como el de Phineas Gage, quien al tener un accidente ferroviario y ser atravesado por una viga no perdió pérdida de facultades; pero, si severos cambios conductuales que avivaron el interés por estudiar y comprender el cerebro.

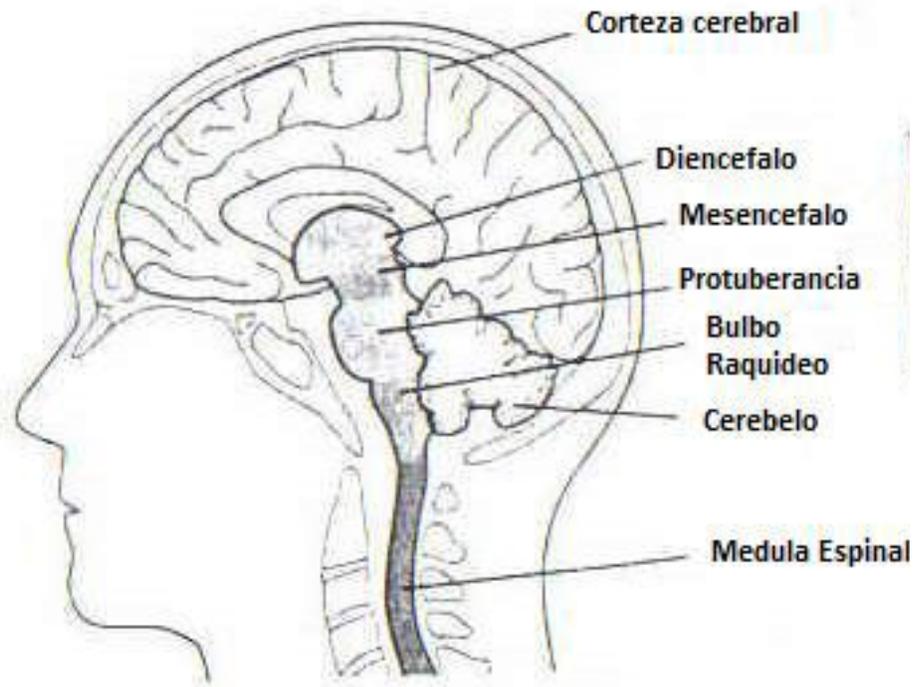
Ya en el siglo XX, el interés se difunde y como el hombre, siempre se ha visto intrigado por las facultades que este órgano puede encerrar, en el año 1970 se fundó la Sociedad para la Neurociencia en Estados Unidos y es allí donde científicos y doctores se proponen estudiar esta disciplina denominada Neurociencia con mayor detenimiento y acuciosidad. Es recién a partir de los años 90, la denominada década del cerebro, que se fortalece esta disciplina y convergen varias ciencias: neurobiología, anatomía, psicología, informática, química entre otras; que ayudan a dilucidar otros aspectos del Sistema nervioso y su comprensión funcional aunándose a estos esfuerzos los avances científicos y tecnológicos que permitieron observar el funcionamiento del cerebro en sujetos vivos gracias a las neuroimágenes como las obtenidas por la Tomografía axial computarizada (TAC), la Resonancia Magnética Funcional (RMf), la Tomografía de Emisión de Positrones (TEP), la Angiografía, el Electroencefalograma (EEG), el escáner 3D y las ablaciones experimentales, que consisten, como se menciona en Soriano (2007) en la “Extirpación o destrucción del cerebro de un animal de laboratorio y la posterior observación de su conducta” (p- 30); lo cual, proporciona mayores datos acerca del funcionamiento del cerebro a nivel conductual y hasta social.

Kandel et. al. (2001) en su libro Principios de Neurociencias, sostienen que “el cometido de la neurociencia es comprender los procesos mentales a merced de los cuales percibimos, actuamos, aprendemos y recordamos” (p. 3 ); es decir, que la finalidad de la Neurociencia es poder explicar cómo una red de más de 100 000 millones de neuronas individuales interconectadas en sistemas nos permiten el lenguaje, el aprendizaje, la memoria, las emociones, el movimiento, la conciencia, el pensamiento, entre otras funciones. Por ello grandes Neurocientíficos como Luria, Ramón y Cajal, Kandel, Schwartz, Jessell, Smith, Cardinalli, Rizzolatti, Kosslyn, entre otros, están permitiendo un acercamiento a los descubrimientos realizados acerca del cerebro y la mejor comprensión de las funciones e importancia de éste órgano en la vida del hombre.

#### 3.2.5.2. Organización anatómica del sistema nervioso central:

El sistema nervioso central es la estructura más compleja e importante de nuestro organismo, es este sistema el encargado de regular todas las conductas voluntarias y reflejas que posibilitan la vida del ser humano.

El sistema nervioso central está formado por la médula espinal y el encéfalo. A su vez, como se menciona en Kandel et. al. (2001), el encéfalo está conformado por seis regiones que son: el bulbo raquídeo, la protuberancia, el cerebelo, el mesencéfalo, el diencefalo y el telencéfalo.



**Figura N° 1: Divisiones del Sistema Nervioso Central. Adapt. de Niuwenhuys y cols, 1988**

Fuente: Kandel et. al. 2001 (p. 9)

#### 3.2.5.2.1. La médula espinal:

Para Kandel et. al. (2001) es la parte más inferior del sistema nervioso central y, en muchos aspectos, la más simple. Se extiende desde la base del cráneo hasta la primera vértebra lumbar. La médula espinal recibe información sensitiva de la piel, las articulaciones y los músculos del tronco y las

extremidades, y contiene las neuronas motoras responsables tanto de los movimientos voluntarios como reflejos. (p. 319)

La médula espinal está conformada por dos tipos de sustancias, la sustancia gris, que es la que contiene los cuerpo neuronales o somas y al estar organizada en forma de H, al realizarle un corte transversal cuenta con astas anteriores y posteriores, las astas anteriores contienen los núcleos motores que inervan músculos específicos mientras que las astas posteriores contienen neuronas sensitivas que reciben información periférica. La sustancia blanca, según lo planteado en Snell R. (2003), posee vías ascendentes y descendentes de axones mielínicos, las vías ascendentes llevan información sensitiva al encéfalo y las vías descendentes transportan desde el encéfalo las órdenes motoras a ejecutar.

La médula espinal, como se menciona en Kandel et. al, (2001) se conecta con los músculos y los receptores sensitivos gracias a 31 pares de nervios raquídeos, cada uno de los cuales posee una raíz dorsal, que llevan información sensitiva de la piel y los músculos hacia la médula espinal; y una raíz ventral, que salen de la médula espinal y se encarga de inervar o transmitir los estímulos nerviosos a los músculos. Algunas raíces ventrales también poseen axones simpáticos y parasimpáticos.

#### 3.2.5.2.2. El encéfalo:

a) El bulbo raquídeo: según Kandel et. al. (2001) se encuentra ubicado en la zona rostral próxima de la médula espinal y se encarga de la regulación de la presión arterias y la respiración. A su vez, está conformada por grupos neuronales encargados de del gusto, el oído, del equilibrio y del manejo de los músculos del cuello y de la cara.

b) La protuberancia: En Kandel et. al (2001) se explica que la protuberancia se sitúa en la zona rostral del bulbo raquídeo y posee dos zonas: la zona ventral y la zona dorsal. La zona ventral es la responsable del relevo de información sobre el movimiento y sensibilidad que es transmitida desde la corteza cerebral al cerebelo. La zona dorsal presenta secciones que intervienen en los procesos de respiración, el sueño y el gusto. Para Snell R. (2003) “el término protuberancia o puente deriva del gran número de fibras transversas sobre su cara anterior que conectan los dos hemisferios cerebelosos.” (p. 7)

c) El cerebelo: Como se menciona en Kandel et. al. (2001) “el cerebelo, situado sobre la protuberancia, contiene un mayor número de neuronas” (p. 322), mayor incluso que en el telencéfalo y presenta una corteza dividida en lóbulos separados por cisuras bien identificables. El cerebelo siempre fue considerado sólo como la estructura responsable del aspecto motor; pero, estudios realizados gracias a los avances tecnológicos permitieron evidenciar que también participa en aspectos del lenguaje y en la recepción de estímulos sensitivos (somatosensoriales) que provienen de la médula espinal y aferencias del equilibrio que parten del oído internos, específicamente de los órganos vestibulares según lo especificado en Kandel et. al. (2001)

d) El mesencéfalo: Se ubica en la parte rostral de la protuberancia y, como se menciona en Kandel et. al. (2001) y es la parte más pequeña del encéfalo. Presenta un núcleo claramente identificable denominado sustancia negra y que es el responsable de comunicar los ganglios basales y permitir la regulación de movimientos voluntarios. Además el mesencéfalo presenta elementos responsables del oído y de la vista, en ésta última se encarga de los movimientos oculares.

e) El diencefalo: El diencefalo está dividido en dos partes importantes: el tálamo y el hipotálamo (Snell, 2003). El tálamo, Kandel et. al. (2001) es “un eslabón esencial en la transferencia de información sensitiva desde los receptores periféricos a las regiones de procesamiento sensitivo de los hemisferios cerebrales” (p. 322), siendo el responsable del control de ingreso de la información sensorial y regulando la transmisión de la misma hacia la neocorteza. El hipotálamo regula funciones corporales como el comer, beber, el crecimiento; la reproducción; los ritmos circadianos, ciclos de luz-oscuridad diarios; y como lo explica Kandel et. al. (2001) “es un componente esencial del sistema de motivación” (p. 322) ya que inicia y sostiene conductas agradables al organismo.

f) El telencéfalo: El telencéfalo también es denominado hemisferios cerebrales y conforman la zona más grande del encéfalo humano. Está conformado por la corteza cerebral, la sustancia blanca y tres sectores ubicados en la zona más profunda del telencéfalo: los ganglios basales, el núcleo amigdalino y el hipocampo en Kandel et. al. (2001). Como menciona Snell R. (2003) “los hemisferios cerebrales están conectados por un amasa de sustancia blanca denominada cuerpo calloso” (p. 13). Los hemisferios

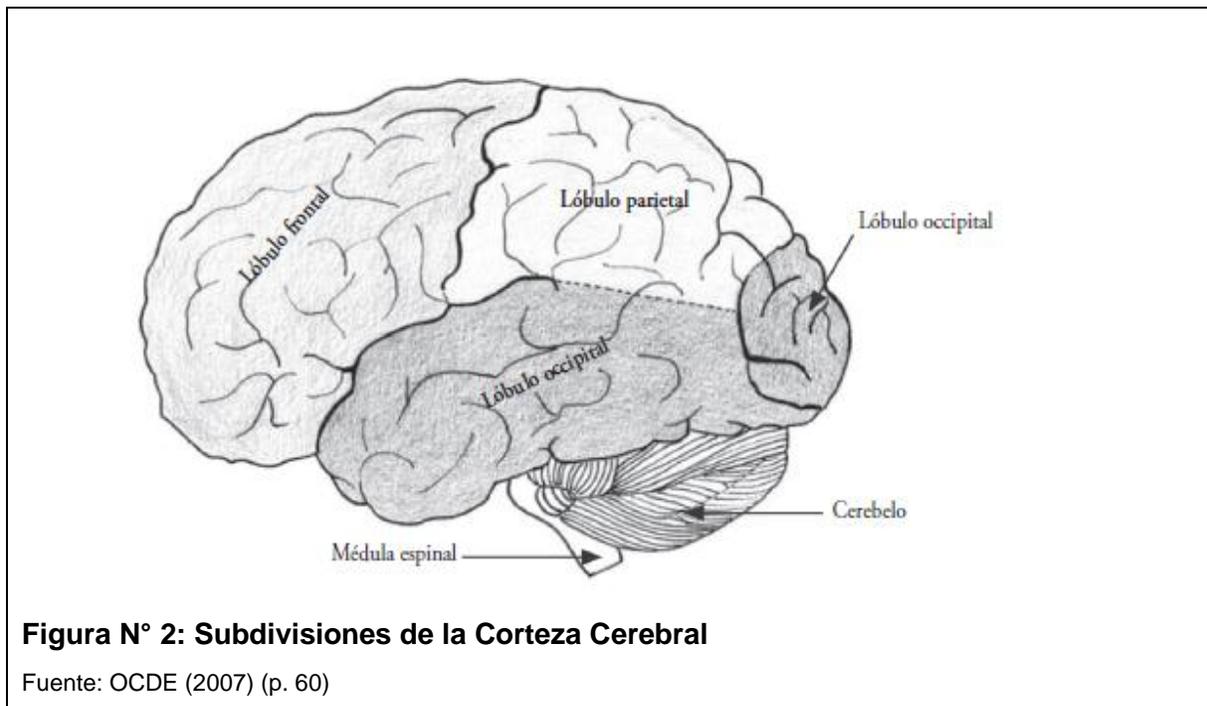
cerebrales son los responsables de las funciones de percepción, motoras y cognitivas incluyendo la memoria y la atención; las cuáles serán explicitadas posteriormente. Para Kandel et. al. (2001) el núcleo amigdalino interviene en los aspectos sociales de la conducta y las emociones; el hipocampo se relaciona con la memoria; mientras que, los ganglios basales son los responsables de los movimientos finos.

f.1) La corteza cerebral: Kandel et. al. (2011) señala que “es la estructura que recubre los hemisferios y presenta una forma muy plegada, constituida por surcos (cisuras y surcos) separados por regiones elevadas (circunvoluciones)” (p. 324). Estas formaciones, aunque no han podido ser explicadas a cabalidad son consideradas por los científicos como el resultado del desarrollo evolutivo del cerebro y su plegamiento por el crecimiento del número de neuronas a través del tiempo, es la corteza cerebral en donde se integran las capacidades cognitivas. Como se muestra en Kandel et. al. (2001), la corteza cerebral se organiza en capas según la formación de las neuronas que la conforman, estas neuronas forman grupos denominados columnas o módulos que se extienden desde la neocorteza o neocórtex hasta la sustancia blanca formando seis capas:

- La capa I: denominada Estrato molecular y que posee las dendritas y axones de las neuronas que la atraviesan y se hallan ubicadas a mayor profundidad.
- La capa II: se encuentra compuesta por numerosas células esféricas llamadas gránulos y por ello esta capa se denomina estrato granuloso externo.
- La capa III: se denomina estrato piramidal externo por poseer células con forma piramidal.
- La capa IV: al igual que la segunda capa está constituida por gránulos y por ello se denomina estrato granuloso interno.
- La capa V: es una capa similar a la tercera capa, es decir, que está formada por células piramidales de denomina estrato piramidal interno.
- La capa VI: al estar conformada por diversas clases de neuronas se le conoce como estrato multiforme, ésta capa llega a mezclarse con la sustancia blanca y es la responsable de llevar los axones desde la corteza y hacia ella.

Esta organización de la corteza cerebral en capas puede posibilitar la recepción de aferencias provenientes de diferentes regiones del sistema nervioso como el tálamo; y también permite el envío de información a través de las eferencias que se dirigen a diferentes regiones del sistema nervioso.

Al igual que los hemisferios cerebrales que recubre, la corteza cerebral se divide en cuatro lóbulos que llevan su nombre por los huesos que los recubren y protegen (Kandel et. al, 2001; Snell R., 2003): lóbulo frontal, lóbulo parietal, lóbulo occipital y lóbulo temporal.



### 3.2.5.2.3. Células del Sistema nervioso central:

El sistema nervioso central está formado por células nerviosas llamadas neuronas y células de soporte denominadas células gliales.

a) La neurona: como sostiene Santiago Ramón y Cajal mencionado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2007) “es la unidad anatómica y funcional del tejido nervioso” (p. 60). Se especializan en recibir, integrar y transmitir señales químicas o eléctricas a otras neuronas a través de un proceso de polarización British Neuroscience Association (BNA, 2008) y despolarización, lo cual es considerado un impulso nervioso.

Las neuronas presentan cuatro regiones (Cardinalli D. ,2007; BNA, 2003):

a.1) El cuerpo celular, pecarión o soma, es allí donde se halla en centro funcional y metabólico de la neurona. Presenta tres organelas:

- El núcleo celular, que es de gran tamaño respecto al de otras células y es allí en donde se almacena a información genética.
- El retículo endoplasmático, allí se sintetizan las proteínas de membrana y secretorias.
- El aparato de Golgi, se procesan los componentes de membrana y secretorios.

a.2) Las dendritas son ramificaciones muy numerosas del cuerpo celular y que presentan espinas dendríticas que son las encargadas de la comunicación interneuronal.

a.3) El axón es una formación tubular de tamaño variable, según la distancia de lo que inerve la neurona, puede medir de 0.1 milímetros hasta 3 metros. Los axones gruesos se encuentran rodeados de unas vainas aislantes, las vainas de mielina; las cuales son esenciales para la conducción de los impulsos eléctricos a gran velocidad. Las terminales axónicas son los que permiten la transmisión de la información de una neurona a otra o hacia neuronas efectoras de diversos procesos.

b) Las células gliales: son las más numerosas en el Sistema nervioso central, como se menciona en Cardinalli D. (2003) y como manifiesta FECYT(2007) son las responsables del mantenimiento del mantenimiento de las condiciones del medio celular, de la nutrición de las neuronas e intervienen en el proceso de neurogénesis, en cual será explicado en un acápite posterior. Cardinallli D. (2003) presenta ciertas características de las células gliales, entre ellas:

- Dar estructura al cerebro al sostener a las neuronas.
- Producir la mielina necesaria para aislar los axones.
- Algunas se encargan de fagocitar o digerir neuronas muertas o lesionadas.
- Contribuyen a la señalización de la sinapsis al captar transmisores químicos.

Las células gliales puede ser clasificarse según lo planteado por FECYT (2007) en:

b.1) Microglia: son de menor tamaño, entre ellas se encuentran los fagocitos que son los responsables de fagocitar o digerir desechos y elementos transmisores de enfermedades.

b.2) Astrocitos: son las células más abundantes y se encargan de rellenar los espacios dejados por la pérdida de neuronas generando una cicatriz glial al limitar la zona lesionada, lo cual en algunas ocasiones es un obstáculo para la recuperación de ciertas funciones.

b.3) Oligodendrocitos: son más pequeños que los astrocitos. Dentro de esta clase se encuentran las células de Schwann, las cuales se hallan formando las vainas de mielina que son las responsables de la velocidad de propagación de un impulso nervioso.

b.4) Células endoteliales: cubren en forma interna los ventrículos cerebrales y el conducto epéndimo.

#### 3.2.5.2.4. Proceso sináptico

En Cardinalli D. (2007) y Kandel et. al (2001) se explica que el proceso de recepción y transmisión de mensajes entre las neuronas se denomina sinapsis, siendo Charles Sherrington quien utilizó primero este término al nombrar así a la zona de contacto en que cada neurona es capaz de comunicarse con otra. El terminal que transmite la información se denomina presináptico y el terminal que recibe estos impulsos se denomina terminal postsináptico.

Las sinapsis presentan dos clases como se muestra en Cardinalli D. (2007) en:

a) Sinapsis químicas: el mensaje se transmite gracias a la liberación de un neurotransmisor o sustancia química cuyas señales son recibidas por receptores específicos. Este tipo de comunicación es unidireccional. Para que exista una sinapsis de esta clase, la señal química debe llegar a unas hendiduras que separan la membrana

presináptica y postsináptica activándose en la postsinapsis. Cada señal química posee receptores específicos, siendo los gases la excepción de esta característica, pues, tienen la capacidad de atravesar la membrana postsináptica y actuar sobre las proteínas.

b) Sinapsis eléctricas: las estructuras presinápticas y postsinápticas poseen hendiduras de contacto que miden alrededor de 3,5nm y zonas con alta conductancia, lo cual posibilita la despolarización o hiperpolarización de una neurona sucediendo el efecto contrario en la otra. La información es transmitida en forma inmediata.

c) Sinapsis mixtas: son aquellas en donde se hallan zonas presinápticas (característica de la sinapsis química) junto a aposición de membranas (característica de la sinapsis eléctrica)

#### 3.2.5.2.5. Funciones de los neurotransmisores

Los neurotransmisores son las sustancias químicas que generan la despolarización de la presinapsis y que al afectar la postsinapsis posibilitan la comunicación neuronal.

Para que una sustancia pueda ser considerada neurotransmisor debe cumplir las siguientes características mencionadas por Cardinalli (2007):

- Debe ser sintetizada en la neurona presináptica y almacenada en las vesículas sinápticas, lo cual es una excepción para los gases.
- Debe ser liberada por el estímulo neural fisiológico.
- Debe actuar en la postsinapsis en forma similar al estímulo normal de la vía analizada.
- Deben existir mecanismos efectivos para la terminación de su acción. (p. 61)

La identificación de los neurotransmisores que intervienen en procesos del Sistema nervioso central; no está aún completo, puesto que, existe un gran número de sinapsis en las zonas cerebrales y en las cuáles intervienen dos o más neurotransmisores que tienen acción sobre diferentes terminales de una misma neurona.

Hasta hoy se han podido identificar cinco grupos de neurotransmisores, detallados a continuación por Cardinalli D. (2007):

- Las aminas biógenas: noradrenalina, acetilcolina, adrenalina, serotonina, histamina, dopamina, etc.
- Los aminoácidos: glutamato, aspartato, ácido gammaaminobutírico (GABA), glicina, Taurina, etc; y aunque no son aminoácidos se consideran dentro de este grupo los derivados purínicos como la adenosina, y el adenosín trifosfato (ATP).
- Los neuropéptidos: que suman más de 70 identificados hasta la fecha.
- Gases como el óxido nítrico (NO) o el monóxido de carbono (CO).
- Lípidos como la anandamida. (p. 62)

#### 3.2.5.2.6. Proceso de plasticidad neuronal

La plasticidad neuronal o neuroplasticidad, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se describe como la capacidad que tienen las células que conforman el sistema nervioso para reconstituirse de forma anatómica y funcional, después de ciertas patologías, enfermedades o incluso traumatismos. Pero no sólo existe este proceso cuando hay alguna pérdida de funciones y lesiones; sino, que también existe plasticidad neuronal cuando se dan los procesos de desarrollo, memoria y de aprendizaje. La neuroplasticidad, en términos más amplios debe ser comprendida entonces como, la capacidad de adaptación que posee el Sistema nervioso y que le permite modificar su estructura y las conexiones entre sus células.

a) Clasificación de la plasticidad neuronal: La plasticidad neuronal, según lo planteado por la OCDE (2009) se puede clasificar en dos tipos:

a.1) Plasticidad expectante a la experiencia: es aquella dada por la genética. Ha sido denominada periodos sensibles o ventanas de oportunidad y son

aquellos estadios o etapas más propicias en que se puede desarrollar un determinado aprendizaje. Estos aprendizajes dados en los periodos sensibles pueden ser también aprendidos a lo largo de toda la vida; pero son en estas etapas donde se abren ventanas de oportunidad que permiten que sean desarrollados con mayor predisposición.

a.2) Plasticidad dependiente de la experiencia: es la resultante de las diferentes experiencias e interacciones ambientales que hemos tenido en la vida. La mielinización es considerada como un proceso dependiente de la experiencia, puesto que es una respuesta a la necesidad de mejorar e incrementar las interconexiones neuronales.

## b) Procesos de plasticidad neuronal:

### b.1) Neurogénesis

Campos A. (2010) menciona que el proceso de generación de nuevas neuronas o neurogénesis comienza mientras se desarrolla el embrión en el vientre materno, en el momento de la formación del tubo neural, es en ese proceso que se generan entre 50 000 y 100 000 nuevas neuronas cada segundo entre las semanas 15 a 20 de gestación.

Por mucho tiempo se consideró que este proceso de neurogénesis sólo se daba en la formación intrauterina o en la primera infancia; pero, gracias a nuevos descubrimientos se ha podido evidenciar que el cerebro es un órgano totalmente plástico durante todo su ciclo de vida. y que, como OCDE (2009) plantea “recientemente se ha encontrado que partes del cerebro, incluyendo el hipocampo, desempeñan un rol primordial en el aprendizaje y la memoria, al generar nuevas neuronas a lo largo de toda la vida” (p. 62); lo que modifica la estructura cerebral a durante todo el proceso vital de las personas.

### b.2) Plasticidad sináptica o Sinaptogénesis

La plasticidad sináptica o sinaptogénesis es aquella capacidad que permite modificar las conexiones entre las neuronas o sinapsis.

En el año 1949 Donald Hebb citado en Balderas et. al (2004) planteó un postulado que ayuda a explicar cómo se da la plasticidad sináptica:

*Cuando el axón de una célula A está lo bastante cercano a una célula B como para excitarla y participa repetida y persistentemente en su disparo, tiene lugar algún proceso de crecimiento o cambio, metabólico en una o ambas células de modo que la eficiencia de A, como una de las diversas células que hace disparar a B, aumenta. (p. 944)*

Este postulado explica que, cuando una célula logra generar en forma persistente una sinapsis con otra se crean cambios plásticos o modificaciones de los potenciales postsinápticos en ambas neuronas, activándose circuitos sinápticos preferentes a otros. Posteriormente se halló que si esta conexión era estimulada frecuentemente, los cambios provocados podrían ser duraderos y estables, proceso que sería el responsable del aprendizaje. El primer proceso de sinaptogénesis, Campos A. (2010) es aquel que se inicia aproximadamente en la 15ª semana de la gestación, gracias a este el bebé puede adaptarse al entorno luego del momento del nacimiento.

### b.3) Poda de sinapsis o “pruning”

Cada día se dan los procesos de neurogénesis y sinaptogénesis; pero, a la par se da el proceso de poda neuronal o “pruning”; el cual es el procedimiento contrario al de sinaptogénesis; ya que, en este proceso no se incrementa el número de sinapsis existentes, por el contrario este número disminuye al debilitarse las conexiones. El proceso de neurogénesis opera de la mano con el proceso de muerte neuronal y ambos son igual de importantes y necesarios en todo proceso de aprendizaje y la memoria.

Con el transcurrir del tiempo las conexiones sinápticas que se hallan inactivas tienden a debilitarse y posteriormente se desactivan, lo que posibilita nuevas adaptaciones al entorno y por ende, el desarrollo de una arquitectura cerebral más óptima y adecuada según las exigencias del medio. De todas las sinapsis existentes, aquellas que se encuentren activas y desarrollen funciones dentro de circuitos neuronales podrán permanecer y permitir al sujeto realizar diversas actividades como el aprender y utilizar conocimientos pre adquiridos.

Estos cambios o modificaciones plásticas del sistema nervioso resultan de la interacción de los sujetos con el medio que les rodea, proceso mediante el cual se aprende. Koizumi, 2003 y OCDE, 2002 citados en OCDE (2009) sostienen que “el cerebro retiene su

plasticidad a lo largo de toda la vida. Y, debido a que la plasticidad sustenta el aprendizaje, podemos aprender en cualquier etapa de la vida.” (p. 63)

### 3.2.5.3. Organización funcional del cerebro

Los sistemas funcionales del cerebro no se ubican en una sola región del cerebro; sino que, involucran la participación de diversas estructuras cerebrales y poseen unidades básicas funcionales caracterizadas por poseer estructuras jerárquicas corticales organizadas como lo muestra el siguiente gráfico elaborado a partir del planteamiento que realiza Luria A. (1984) menciona que: “cada una de estas unidades básicas en sí misma es de estructura jerárquica y consiste, por lo menos, en tres zonas corticales una sobre la otra.” (p. 43)

Según el modelo de organización funcional del cerebro planteado por Luria, el cerebro presenta tres unidades funcionales principales que participan en el desarrollo de toda clase actividad mental:

a) La unidad que regula el tono o la vigilia: la vigilia es el estado que le permite al hombre recibir y analizar información que le llega del exterior, como lo mencionó Pavlov citado en Luria A. (1984) “la actividad organizada, dirigida a una meta, requiere el mantenimiento de un nivel óptimo de tono cortical” (p. 44). El nivel óptimo de tono cortical permite la actividad mental y las estructuras responsables de regular este tono se hallan en el subcórTEX.

b) La unidad para recibir, analizar y almacenar la información proveniente del exterior: que como se menciona en Luria A. (1984) se ubica en las zonas laterales de la corteza cerebral, capa de sustancia gris que recubre las circunvoluciones, de los hemisferios cerebrales ocupando las regiones visual, auditiva y sensorial. Las zonas laterales de la corteza cerebral donde se ubica la mencionada unidad, están conformada por una serie de neuronas que trabajan en forma aislada recepcionando los estímulos provenientes del exterior y transmitiéndolos a otros grupos de neuronas.

c) La unidad para programar, regular y verificar la actividad mental: las partes más importantes de esta unidad son los lóbulos frontales, pues se encargan de programar y regular las actividades conscientes humanas.

Estas actividades son muy complejas debido a que en ellas interviene el lenguaje; puesto que como lo menciona Luria A. (1984):

“El hombre no reacciona pasivamente a la información que recibe, sino que crea interacciones, forma planes y programas de sus acciones, inspecciona su ejecución y regula su conducta para que esté de acuerdo con estos planes y programas; finalmente, verifica su actividad consciente, comparando los efectos de sus acciones con las intenciones originales, corrigiendo cualquier error que haya cometido.” (p. 79)

Cada una de estas unidades funcionales es dependiente de la otra; ya que, al ser todas las actividades humanas conscientes de tipo complejo necesitan de la participación de todas y cada una de ellas.

#### 3.2.5.3.1. Principios organizadores de los sistemas funcionales: planteados en Kandel et. al. (2001)

a) “En cada sistema funcional intervienen varias regiones del encéfalo que desempeñan diversas tareas de procesamiento de la información.” (p. 323).

Cada sistema funcional, sensitivo o dedicado a la acción, requiere de la participación de varias regiones del encéfalo para poder procesar la información que recibe.

b) “Los componentes de un sistema funcional están conectados por vías identificables”.(p. 323)

Cada sistema funcional presenta un conjunto de fibras que se proyectan hacia la siguiente región participante del procesamiento de la información interconectándolos. Estas vías normalmente se encuentran ubicadas en la misma posición en todos los seres humanos y se pueden identificar utilizando técnicas de rastreo.

c) “Cada parte del encéfalo se proyecta de manera ordenada hacia la siguiente, creando así mapas topográficos”. (p. 323)

Los diferentes sistemas funcionales del cerebro se encuentran organizados topográficamente; es decir, que las etapas de procesamiento de información que poseen se proyecta a la siguiente creando un mapa topográfico que es más denso en cuanto en grado de sensibilidad del impulso lo es.

d) “Los sistemas funcionales tienen una organización jerárquica”. (p. 324)

Para poder procesar la información recibida por los receptores ésta es analizada por regiones corticales determinadas y especializada en una función de procesamiento que va desde la más simple a la más compleja y por ello se dice que este nivel de procesamiento es jerárquico.

e) “Los sistemas funcionales de un lado del cuerpo controlan el lado contrario del cuerpo”. (p. 324)

Las vías que forman parte del sistema nervioso central se caracterizan por ser cruzadas bilateralmente; es decir, que son contralaterales en el encéfalo y en la médula espinal. El poseer vías contralaterales significa que todas las actividades de un lado del cuerpo, sean éstas sensitivas o motoras, son reguladas y procesadas por el hemisferio del lado contrario del cuerpo; por ejemplo, las vías que controlan el aspecto motor de la mano derecha se ubican en el hemisferio izquierdo.

#### 3.2.5.3.2. Organización de las funciones cognitivas en el cerebro/Funciones mentales superiores y la corteza cerebral

Es en la corteza cerebral en donde se desarrollan fundamentalmente las capacidades cognitivas, como se explica en Kandel et. al. (2001) como son: “la percepción, atención, memoria, lenguaje y pensamiento”. (p. 1165)

A continuación se detallan cuatro de ellas:

a) La percepción

La percepción definida por Smith et. al. (2008) “no es un flujo de información en una única dirección; estamos predispuestos a entender la información nueva relacionándola con lo que ya sabemos” (p. 87). Luria A. (1984) consideraba que “la percepción es un proceso activo” (p. 239); que consiste en la búsqueda de los elementos más importantes de la información; cuanto más compleja sea la información percibida o menos conocimiento se tenga de ella, mayor será la cantidad de datos que se traten de obtener de ella.

Considerando las premisas de Smith y Luria, podríamos decir, que percibir es un proceso de relación entre los estímulos que provienen del exterior y la información que cada sujeto posee; por lo cual, la percepción también podría ser considerada como una interpretación individual de los estímulos generados en el medio y que son transmitidos a la corteza cerebral.

#### b) La atención

Para Smith et. al. (2008) “implica seleccionar información para procesarla con detenimiento e impedir que otra información se siga procesando” (p. 107); es decir, Cardinalli D. (2007) “poseer la habilidad que tiene el Sistema Nervioso Central (SNC) para poder centrarse de manera consciente en una actividad determinada” (p. 457) extrayendo de ella los datos necesarios para una determinada actividad o tarea, dejando de lado otros estímulos que no se relacionan con el objetivo perseguido; pues, como lo considera Luria A. (1984) “toda actividad humana tiene un grado de directividad y selectividad” (p. 254).

Como lo explica Luria (1984), la directividad, entendida como la finalidad hacia la cual se dirigen las acciones, y selectividad al sólo responder y tomar en cuenta aquellos estímulos que nos son importantes o se relacionan con los objetivos que deseamos desarrollar, ambos aspectos pueden ser determinados por factores endógenos o exógenos.

La atención es un acto social, como sostiene Luria A. (1984) y no un acto biológico resultante de la maduración, que puede ser considerado como la respuesta a la relación del niño con adultos de su entorno quienes desde muy pequeños estimulan su atención al mostrarle objetos o personas a lo cual él responde seleccionándolos; es decir, atiende esos estímulos guiando su selección por influencia del entorno. Esta clase actividades desarrolladas a lo largo del tiempo posibilitan la atención voluntaria.

Según Smith et. al. (2008) existen dos clases de atención, la atención focalizada y la atención dividida. La atención focalizada es aquella en donde el sujeto sólo se concentra en determinados estímulos dejando de lado otros; mientras que la atención dividida se atienden a varios estímulos a la vez, lo que provoca que la información tomada de estos sea incompleta o se pierda información pues existe un gran esfuerzo mental por atender dos o más estímulos a la vez.

### c) La memoria

Como sostiene Smith et. al. (2008) la memoria es una actividad fundamental para la cognición; puesto que sin memoria no se podría aprender nada y cada actividad carecería de una finalidad. La memoria es básica para la generación de identidad, el lenguaje y las habilidades motoras. En el hipocampo se hallan las denominadas “neuronas de la memoria”, las cuáles no responde estímulos de ninguna clase y sólo se encargan de comparar los nuevos estímulos presentados con la información que ya se posee.

c.1) Etapas hipotéticas del proceso de memorización: El proceso de memorizar es un proceso complejo y consta de tres etapas hipotéticas como se plantea en Soriano et. al. (2007):

c.1.1) La codificación, se refiere a procesar la información para ser almacenada” (p. 335); es decir, que la información se adquiere registrándose sensorialmente y posteriormente se consolida en la memoria. Esta etapa contiene, según lo planteado por Soriano et. al. (2007) dos fases:

- “Adquisición: registra los inputs en almacenes sensoriales.” (p. 335)
- “Consolidación: crea una representación más fuerte durante el tiempo.” (p. 335)

c.1.2) El almacenamiento, al haber adquirido y consolidado la información, ésta se mantiene en un registro permanente.

c.1.3) La recuperación, consiste en restablecer la información guardada en la memoria en una determinada situación posterior en el tiempo. El proceso de memorizar selectiva y conscientemente requiere, como lo sostiene Luria (1984), de “un tono cortical óptimo o un estado de vigilia total” (p. 283), sin el cual no se podría realizar.

El proceso de memorización necesita de la atención, pues sin la atención o cuando ésta está dividida, la codificación de la información se torna débil, no se podrá almacenar y mucho menos recuperar información suficiente; lo que significa que no se habrá memorizado información o ésta no se podrá recordar.

c.2) Criterios de la memoria: Smith et. al. (2008) considera la existencia de dos criterios de la memoria:

c.2.1) “Criterio de intencionalidad: una representación tiene que construirse deliberadamente para representar algo”. (p. 157)

c.2.2) “Criterio de transmisión de información: una representación tiene que conllevar información sobre lo que representa”. (p. 157)

c.3) Clasificación de la memoria: tomando los aportes de Soriano et. al. (2007), puede clasificarse en:

c.3.1) Memoria sensorial: se registran los estímulos externos percibidos por los sentidos y es de corta duración, siendo ésta de milisegundos o segundos.

c.3.2) Memoria a Corto plazo o inmediata: en este tipo de memoria se encuentra la memoria de trabajo, la cual se utiliza para poder tener continuidad en una determinadas tareas cognitivas como se cita en Soriano et. al. (2007) “la comprensión, razonamiento, y la resolución de problemas.” (p. 336). La memoria a corto plazo es limitada y la información almacenada en ella es de breve duración.

c.3.3) Memoria a Largo plazo: la información que se adquiere en el transcurso de una experiencia puede ser recuperada mucho después de que la experiencia haya pasado. La memoria a largo plazo puede organizarse en dos tipos (Soriano et. al., 2007; Smith et. al., 2008)

- La memoria implícita también denominada no declarativa, la cual recuerda de forma inconsciente, encargada especialmente de capacidades motoras reflejas o perceptivas, esta memoria puede ser perfeccionada mediante la práctica.
- La memoria explícita o declarativa la cual permite el conocimiento de personas, lugares, objetos o situaciones. La memoria explícita o declarativa a su vez, se subdivide en: memoria episódica, la que se relaciona con eventos

o experiencias de la vida personal, y la memoria semántica la cual almacena información acerca de datos, conceptos o significados objetivos.

#### d) El lenguaje

El lenguaje es para Cardinalli D. (2007) “la capacidad de comunicarnos con signos, los cuales son expresiones codificadas de parte de nuestros pensamientos” (p. 462), comprendiéndose que el pensamiento es la capacidad de tener ideas.

El estudio de la capacidad del lenguaje y su funcionalidad se dio gracias a la investigación de pacientes con el trastorno del lenguaje denominado afasia, de cuyas indagaciones se pudo confirmar que en la mayoría de las personas las estructuras responsables del lenguaje se ubicaban, como se explica en Cardinalli D., 2007; Kandel et. al., 2001; Luria A., 1984 & Soriano et. al., 2007 en el hemisferio izquierdo, específicamente en zonas las corticales, de la región frontal lateral y en el lóbulo temporal posterior superior, en donde se encuentran las áreas de Wernicke y de Broca.

El lenguaje intentó ser explicado a través del denominado modelo conexionista, mencionado en Soriano et. al. (2007), también conocido como modelo de “Wernicke-Geschwind” (p. 400); según el cual el lenguaje es el resultado de la interacción de siete estructuras según lo planteado en Soriano et. al. (2007) “la corteza visual primaria, el giro angular, la corteza auditiva primaria, el área de Wernicke, la corteza motora primaria, el área de Broca y el fascículo arqueado” (p. 400); pero luego de múltiples estudios se ha logrado descubrir que las funciones de las áreas de Wernicke y Broca no están claramente definidas y que otras zonas corticales y subcorticales, antes no consideradas, también podrían estar implicadas en el procesamiento del lenguaje.

Maya & Rivero (2010) brindan una explicación del desarrollo del lenguaje identificando la función que realizan áreas cerebrales implicadas:

- El área de Broca, ubicada en el lóbulo frontal, es el centro encargado de coordinar y secuenciar los movimientos que ejecutan el habla.
- El área de Wernicke, en el lóbulo temporal, responsable de la comprensión (codificación y decodificación) del habla y en la cual interviene la memoria.
- El Centro de Exner, en el lóbulo frontal, regula y coordina los movimientos de la mano y dedos necesarios para la escritura.

- El Centro de Luria, ubicado en el lóbulo parietal. Presenta dos zonas: la zona inferior, relacionada con el lenguaje oral y la zona superior, relacionada con el lenguaje escrito.
- El Centro de Dejerine, ubicado entre el lóbulo parietal y occipital, es el centro de la lectoescritura. Su función consiste en analizar los grafemas para formar un todo asociando lo auditivo y lo verbo-motriz de los fonemas del habla. Se conecta al área de Broca y de Wernicke.
- El Tálamo, es una zona que posee muchas conexiones con la corteza cerebral y es muy importante para la fluidez verbal.

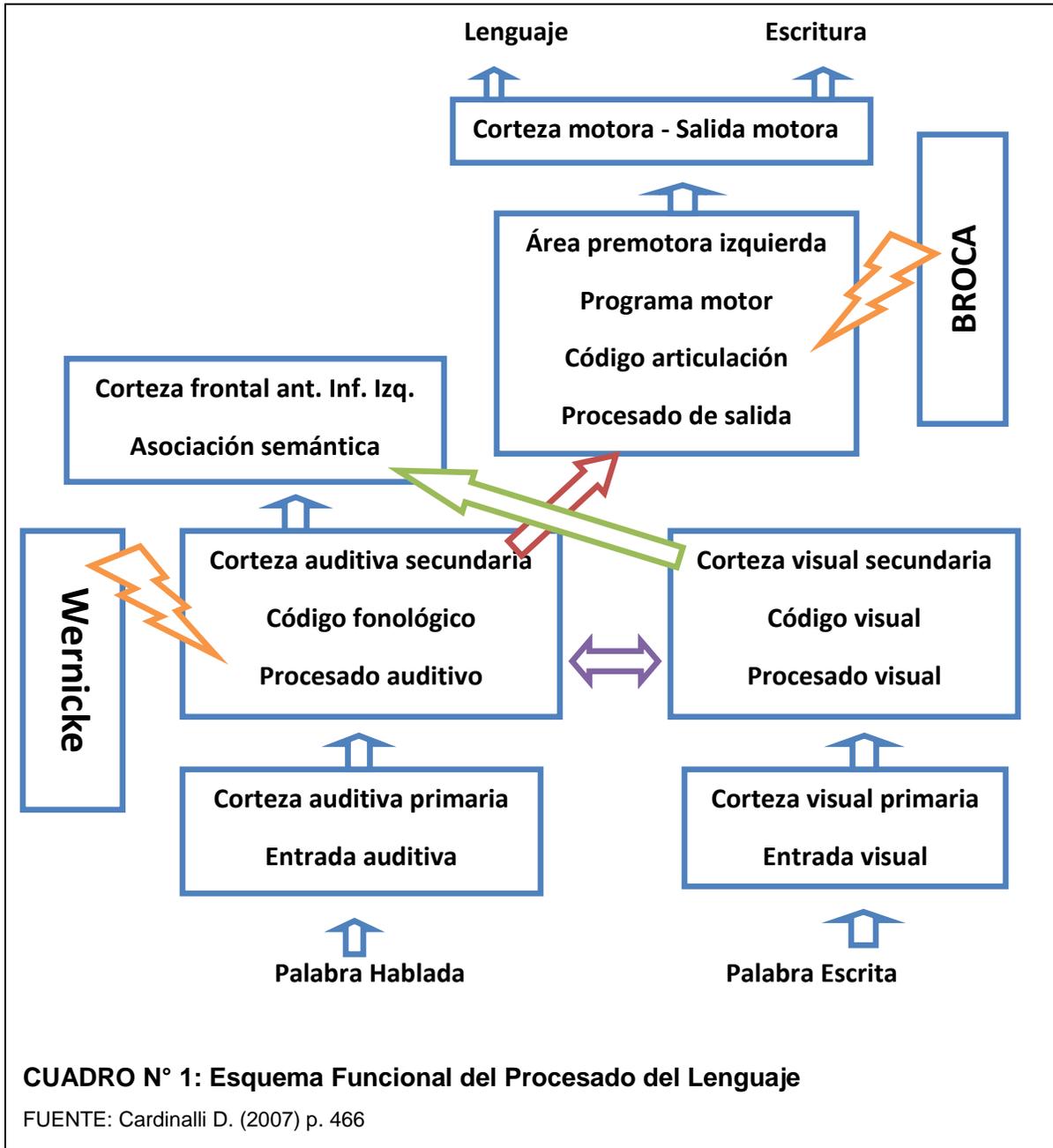
De estos hallazgos se ha podido concretar la existencia de tres sistemas, mencionados en Kandel et. al., 2001 & Cardinalli D., 2007; que son los responsables del procesamiento del lenguaje, que por ser una actividad compleja requiere de la participación concertada de una red de áreas cerebrales que interactúan entre ellas, estos sistemas son:

d.1) El sistema de ejecución del lenguaje: el cual es el responsable de la recepción de los estímulos auditivos activándose el conocimiento conceptual de construcción de fonemas y gramática y por último de articulación. Se ubica en las áreas de Wernicke y Broca, las áreas de la ínsula y de los ganglios basales.

d.2) El sistema de mediación: este sistema conecta los sistemas de ejecución y conceptual; está formado por varias regiones de la corteza temporal, parietal y frontal.

d.3) El sistema conceptual: formado por regiones de la corteza asociativa superior y que es la responsable del conocimiento conceptual.

Cardinalli D. (2007) propone la organización de diferentes rutas para el procesamiento del lenguaje, tanto de la palabra hablada como de la palabra escrita en un esquema funcional, descritas mediante el siguiente gráfico:



### 3.2.5.4. El sistema Límbico

El sistema emocional o sistema límbico es el responsable de la generación y regulación de todas las emociones, y son las emociones, la base de toda actividad cognitiva especialmente del aprendizaje.

En Soriano et. al. (2007) se explica una breve reseña acerca del origen conceptual del sistema límbico, iniciándose la historia con Paul Broca quien en el año 1878, durante sus observaciones de la superficie medial del cerebro distinguió una serie de regiones corticales diferenciadas con forma ovalada, a las cuales denominó lóbulo límbico, palabra que proviene del término limbus que significa contorno. Luego Herrick durante sus observaciones se dio cuenta que la neocorteza era el producto de la evolución del cerebro olfativo de los animales y, posteriormente Papez planteó que ésta estructura poseía conexiones con el hipotálamo, y, por ende formaba parte de un sistema anatómico emocional. En el año 1952, Paul McLean aprovechó los descubrimientos de Herrick y Papez, enlazó estas dos teorías y utilizó el término de sistema límbico para referirse a la corteza límbica y a sus conexiones con el tronco encefálico, las cuales participaban tanto en el aspecto emocional como olfativo.

Según Soriano et. al. (2007) las estructuras que forman parte del sistema límbico son: “el hipotálamo, el septum, el epitálamo, la habénula, el núcleo anterior y dorsomedial del tálamo, parte de los ganglios basales y la amígdala.” (p. 302)

Las más relevantes serán explicadas tomando en cuenta los aportes de Soriano et. al. (2007) a continuación:

a) Hipotálamo: es una estructura localizada en la parte basal del encéfalo. El hipotálamo posee conexiones con la hipófisis que regulan la secreción de hormonas por parte del sistema endocrino.

b) Amígdala: se denomina así debido a su forma, Soriano et. al. (2007) “amygdala quiere decir ‘almendra” (p. 307), está formada por tres núcleos situados en el lóbulo temporal. La amígdala recibe información de todas las modalidades sensoriales y envía más información a la corteza cerebral que la que recibe de ésta. Como sostiene Soriano et. al. (2007) “la amígdala facilita los procesos de consolidación de memorias, tanto implícitas como explícitas o declarativas, cuando la información tiene una carga emocional considerable.” (p. 311)

c) Hipocampo: Soriano et. al. (2007) sostiene que “es una estructura que presenta un circuito anatómico bidireccional desde la corteza entorrinal y CA1” (p. 312)

d) Septum: se ubica en la zona anterior al hipocampo e interviene en algunos procesos emocionales en forma indirecta.

#### 3.2.5.4.1. Las emociones

Charles Darwin citado por Soriano et. al. (2007) mencionó que “el lenguaje de las emociones es en sí mismo y, sin duda, importante para el bienestar del género humano” (p. 291)

Las emociones son consideradas estados con funciones reguladoras que permiten la supervivencia del organismo.

Estos estados tienen, Soriano et. al. (2007), diferentes formas de manifestación:

- Estado con un nivel de activación fisiológico determinado, de acuerdo con la actividad del sistema nervioso autónomo y del sistema neuroendocrino.
  - Genera múltiples respuestas motoras, tanto en la musculatura facial como del resto de los músculos.
  - Presenta un procesamiento cognitivo que permite al sujeto realizar una valoración de la situación y ser consciente de este estado emocional en el que se encuentra.
- (p. 289)

Las emociones poseen dos componentes, según lo manifestado por Soriano et. al. (2007):

- El estado corporal: comprendido por la activación de los sistemas autónomos, músculo-esqueléticos y endocrinos como respuesta ante una determinada emoción.
- Los sentimientos: los sentimientos son considerados las experiencias conscientes de las emociones y son básicas para el procesamiento cognitivo, puesto que regulan la memoria, el razonamiento y la toma de decisiones.

Damasio citado en Soriano et. al. (2007) propone que “la experiencia de la emoción o sentimiento es una creación del cerebro para explicar las reacciones del cuerpo ante una determinada situación” (p. 299). Para Damasio en Soriano et. al. (2007), las emociones constituyen “patrones de respuesta químicos o nerviosos, con una función reguladora, que dependen de mecanismos cerebrales innatos, a pesar de que el aprendizaje y el contexto pueden variar su expresión y significado.” (p. 299)

#### 3.2.5.4.2. El cerebro emocional y social

Como se menciona en FECYT (2007) la evolución del cerebro desde hace millones de años, ayudó a desarrollar el denominado cerebro emocional que permitió a los homínidos desenvolverse en el medio, adaptarse a él y sobrevivir ante las inclemencias y peligros a los que se hallaban expuestos en estas primeras etapas de la historia.

##### a) Modelo del cerebro Triuno

Para explicar la evolución del cerebro emocional en el ser humano, Paul MacLean en Kandel et. al., 2001 y Gómez G., 2007, planteó un modelo denominado Cerebro Triuno, mediante el cual procuraba esclarecer el proceso evolutivo del sistema emocional.

a.1) Cerebro protoreptiliano o reptiliano: la denominación proviene de la noción de haber sido el primero en desarrollarse y se relaciona con la noción de sobrevivencia y preservación de la especie. Este sistema se encarga de la regulación de la presión arterial, la respiración, el ritmo cardiaco entre otras funciones.

a.2) Cerebro mamífero o sistema límbico: en él se identifican las estructuras del sistema límbico y como sostiene Gómez, G. (2007) “desempeña una función esencial en el proceso de aprendizaje, ya que la excitación emocional activa la atención y la memoria.” (p. 43)

a.3) Cerebro neomamífero, neocorteza o cerebro pensante: Gómez G. (2007), “allí se lleva a cabo el razonamiento, la conducta intencionada, el lenguaje y las funciones intelectuales más sofisticadas.” (p. 44)

El proceso de socialización del hombre se inicia luego del sedentarismo, en donde cada sujeto trabajaba por su supervivencia, para iniciar la formación de grupos asentados en zonas determinadas donde podían obtener alimentos y vivir en condiciones climáticas adecuadas. El vivir en grupos o sociedades dio origen al denominado cerebro social, gracias al cual somos capaces de aprender del entorno y controlar nuestros comportamientos sociales.

#### 3.2.5.4.3. Neuronas espejo

Las neuronas espejo, como menciona en Castro M. (2014) “fueron descubiertas por el neurobiólogo Giacomo Rizzolatti (catedrático de Fisiología Humana en la Universidad de Parma, y su equipo formado por Vittorio Gallese y Leonardo Fogassi) por casualidad, mientras buscaban el modo en el que el cerebro de los mamíferos planifica los movimientos.” (p. 9)

Estas neuronas se pueden observar, según Castro M. (2014) “en los lóbulos frontales, parietales posteriores, en los surcos temporales superiores, en las cortezas premotoras y en los lóbulos de la ínsula.” (p. 10)

Estudios realizados (Castro M., 2014 & Yorio A., 2010) explican que las neuronas espejo se activan en el momento en que las personas observan que alguien realiza un acción; es decir, que cuando alguien observa una determinada actividad realizada por una persona, como el tomar un objeto en las manos, en su cerebro se activa el sistema de comunicación de espejo, que permite comprender la acción del otro.

Es por esta capacidad, que las neuronas espejo resultan básicas en el proceso de comunicación entre las personas; puesto que, posibilita la comprensión del mensaje brindado al activarse expresiones emocionales previamente observadas en el emisor del mensaje; lo que supone que las neuronas espejo sean consideradas como la base de la empatía, la cual es concebida por Moya-Albiol L. et. al. (2010) como

“La capacidad para comprender al otro y ponerse en su lugar a partir de lo que observa, de la información verbal o de la información accesible desde su memoria (toma de perspectiva), y la reacción afectiva de compartir su estado emocional.” (p. 90)

Además, gracias a las neuronas se ha logrado demostrar que las emociones pueden ser contagiosas y, en esta premisa radica la importancia de las mismas para las relaciones de las personas con sus semejantes; debido a que, al existir una especie de contagio

emocional o imitación, el clima emocional de un determinado ambiente será el resultado de la emoción que se halla contagiado.

El sistema de neuronas espejo como se menciona en Castro M. (2014) es un sistema muy importante en el procesamiento de información observada (comprensión, imitación, aprendizaje, empatía, etc.) y la transmisión del conocimiento como el lenguaje y la cultura a lo largo de la historia.

### **3.2.6. Proceso de enseñanza aprendizaje**

Como se menciona en MINEDU (2003) en la Ley general de educación 28044 en su artículo 2, define a la educación como un “proceso de aprendizaje y enseñanza que se desarrolla a lo largo de toda la vida y que contribuye a la formación integral de las personas, al pleno desarrollo de sus potencialidades, a la creación de cultura, y al desarrollo de la familia y de la comunidad nacional, latinoamericana y mundial. Se desarrolla en instituciones educativas y en diferentes ámbitos de la sociedad”.

Este proceso de enseñanza aprendizaje es consciente, dialéctico, organizado y un constructo socio histórico resultante de la interrelación de la sociedad con la finalidad de transformarla.

#### **3.2.6.1. Proceso de enseñanza**

El proceso de enseñanza dentro de las escuelas puede ser comprendido como todas aquellas actividades propiciadas con el fin de generar el aprendizaje de conocimientos, habilidades o comportamientos en un determinado ambiente social. Este proceso comprende como actor principal al docente.

##### **3.2.6.1.1. Dimensiones específicas de la docencia**

Como lo expresa el MINEDU (2012) en el Marco del Buen Desempeño Docente, la docencia es una profesión compleja, pues comprende varias dimensiones propias (dimensión pedagógica, cultural y política) y además dimensiones que comparte con otras profesiones como la dimensión reflexiva que consiste en “una relación autónoma y crítica respecto del saber necesario para actuar, y una capacidad de decidir en cada contexto” (p. 10), el ser una profesión que necesariamente se desempeña a través de la relación con los estudiantes y sus pares, lo que determinaría su dimensión relacional, la dimensión colegiada determinada por “el planeamiento, evaluación y reflexión pedagógica” (p. 10) y la dimensión ética con la cual la profesión docente debe estar completamente comprometida.

Particularmente la docencia presenta tres dimensiones exclusivas que la caracterizan y son:

a) La dimensión pedagógica: forma los cimientos de la docencia y se refiere como menciona MINEDU (2012) en el Marco del Buen Desempeño docente al “saber pedagógico construido en la reflexión teórico-práctica” (p. 14); lo cual requiere del docente una gran capacidad para generar motivación y compromiso por parte de sus estudiantes acerca de su propio aprendizaje. La dimensión pedagógica presenta tres aspectos fundamentales:

a.1) El juicio pedagógico, que supone el comprender que existen múltiples formas de aprender y que como docentes se debe responder a estas características según el contexto y las circunstancias propias de cada una.

a.2) El liderazgo motivacional, comprendido como la capacidad de poder despertar el interés de los estudiantes por el aprendizaje y además confianza en sí mismos, confianza en el desarrollo de sus capacidades a pesar de cualquier situación presentada.

a.3) La vinculación, referida a la capacidad del docente de poder relacionarse y comprometerse con sus estudiantes, y como lo menciona MINEDU (2012) en el Marco del Buen Desempeño docente estableciendo entre con ellos lazos personales de “intercomunicación afectiva, empatía, involucramiento” (p. 15).

b) La dimensión cultural: entendida como la comprensión de las características propias del medio donde desenvuelve su función docente; las cuales le permitirán contextualizar los aprendizajes y responder a las exigencias del medio local, regional, nacional e internacional que surgieran.

c) La dimensión política: referida a la tarea docente de formar no sólo estudiantes; sino, ciudadanos capaces de ser entes que puedan transformar las sociedades en las cuales se desenvuelven, según MINEDU (2012) en el Marco del Buen Desempeño docente al: “construir sociedades menos desiguales, más justas y libres, sostenidas en ciudadanos activos, conscientes, responsables y respetuosos del medioambiente”. (p. 16)

#### 3.2.6.1.2. Dominios y Competencias docentes

MINEDU (2012) en el Marco del Buen Desempeño docente define al dominio como “un ámbito o campo del ejercicio docente que agrupa un conjunto de desempeños profesionales que inciden favorablemente en los aprendizajes de los estudiantes” (p. 18). Esta incidencia está basada en la ética, el comprender que la docencia es ejercer un servicio público y en el desarrollo integral de los estudiantes.

Los dominios docentes, expuestos por MINEDU (2012) en el Marco del Buen Desempeño docente son:

a) “Preparación para el aprendizaje de los estudiantes” (p. 18): que comprende el conocimiento de las características de los estudiantes y sus contextos, de los contenidos, enfoques y procesos para poder garantizar el desarrollo de los aprendizajes en los estudiantes; a través de la utilización adecuada de los procesos pedagógicos.

b) “Enseñanza para el aprendizaje de los estudiantes” (p. 19): que consiste en la creación de un adecuado clima emocional en las aulas, donde se conviva democráticamente y los alumnos puedan aprender de forma reflexiva y crítica evaluándose permanentemente las acciones realizadas en torno a los objetivos propuestos.

c) “Participación en la gestión de la escuela articulada a la comunidad” (p. 19): estableciendo relaciones de respeto y colaboración con la comunidad a través del Proyecto Educativo Institucional.

d) “Desarrollo de la profesionalidad y la identidad docente” (p. 19): mediante la reflexión y búsqueda de mejora continua por parte del docente, asumiendo su labor con responsabilidad y compromiso.

### 3.2.6.2. Proceso de aprendizaje

MINEDU (2009) en el Diseño Curricular Nacional (DCN), explica que “mediante el aprendizaje adquirimos habilidades, tales como la lectura, escritura, etcétera. También adquirimos el conocimiento necesario para funcionar en nuestra vida diaria”. (p. 6)

“En la psicología cognitiva actual, el concepto de aprendizaje es concebido como el proceso de modificación de las estructuras mentales o modificación de las estructuras cognitivas”. (p. 7)

#### 3.2.6.2.1. Características de los niños y niñas del Tercer ciclo de Educación Básica Regular

Para poder reunir las características de los niños y niñas que cursan en Tercer ciclo de educación básica regular, primero debemos especificar que según el normal desarrollo de su escolaridad ellos se encuentran entre los 6 y 8 años de edad. Durante estas edades presentan algunas características que pueden definir su forma para relacionarse con el medio y por ende aprender, las cuáles serán descritas en base la caracterización del niño y niña del nivel de Educación Primaria planteada y reconocida por el MINEDU (2009) en el DCN:

- Se presenta un proceso de madurez psicomotora, especialmente en cuanto al desarrollo de su coordinación óculo manual; destreza que les permite mejorar su capacidad para dibujar, escribir y realizar otras tareas cotidianas.
- “A nivel cognitivo,..., el pensamiento del niño va pasando del pensamiento intuitivo al desarrollo del pensamiento concreto”. (p. 162) Lo que supone que los niños se relacionan con objetos y situaciones reales para poder comprenderlos. El estadio de operaciones concretas supone ciertas características de pensamiento como la

clasificación y seriación, explicado en MINEDU (2009) como “dos tareas del desarrollo básico para el andamiaje de los aprendizajes, como la matemática, el lenguaje, las ciencias naturales, las ciencias sociales, el deporte y el trabajo; es decir, todos los aprendizajes escolares y de la vida diaria.” (p. 162)

- Hay un creciente interés por socializar, su actuar se torna más “sociocéntrico” como se sostiene en MINEDU (2009) en el DCN “es más consciente de la opinión de los otros” (p. 163); estableciendo mayor relación con pares y personas de su medio regulando progresivamente sus intereses y procurando la aceptación del grupo social donde se desenvuelve. Aún se miden por reglas establecidas culturalmente que separan lo bueno de lo malo y que por a través de ellas existen consecuencias positivas o negativas de sus acciones.
- Su capacidad para mantener la atención y concentración crece en este rango de edades pudiendo mantener la realización de una tarea, según MINEDU (2009) en el DCN, aproximadamente “15 minutos” (p. 163); lo que favorece su aprendizaje.
- La actividad más motivadora y placentera para ellos es el juego; además, como se menciona en MINEDU (2009) en el DCN, los niños “al encontrarse inmerso en actividades placenteras, lúdicas, de permanente creación e innovación con conocimientos significativos contextualizados a su realidad y al mundo que le rodea, le facilitarán incrementar sus periodos de atención” (p. 163), lo cual posibilita el aprendizaje.
- El interés por el desarrollo del lenguaje se incrementa debido a que en estos primeros grados se adquiere el lenguaje escrito, lo que demanda de ellos el incrementar su vocabulario, comprender la estructura lingüística y gramática propia de su lengua materna. Además según las influencias de su contexto en uso de su lengua materna se vuelve más complejo y son capaces aprender y comprender otra lengua volviéndose bilingües. Su lenguaje es el resultado de la experiencia familiar y las relaciones con la comunidad donde se desarrollan. El manejo de códigos y significados a partir de su propia abstracción o simbolización.
- Se desarrolla, como se menciona en MINEDU (2009) en el DCN, “el pensamiento lógico tanto a nivel intelectual como afectivo” (p. 164), permitiéndoles expresar sentimientos de solidaridad y de cooperación hacia los demás y además es capaz de realizar acuerdos que le permiten realizar actividades colectivas estableciendo, cumpliendo reglas de actuación y responsabilidades asumidas grupalmente.

- Su desarrollo moral es individualista como expone MINEDU (2009) en el DCN; es decir, que responde más a sus propios intereses. Es capaz de asumir normas debido a que el cumplimiento de las mismas le acarrearán la aceptación del grupo. Puede utilizar la mentira como una forma de manipular el entorno y las relaciones que se establecen en él.

#### 3.2.6.2.2. Competencias básicas

El DCN considera que durante el Tercer ciclo de Educación Básica Regular (EBR), los niños y niñas deben adquirir las siguientes competencias:

##### c) Área de Comunicación

La finalidad primordial del Tercer ciclo de educación respecto al lenguaje planteados en MINEDU (2009) en el DCN es “desarrollar en los estudiantes un manejo eficiente y pertinente de la lengua para expresarse, comprender, procesar y producir mensajes” (p. 167). Para conseguir esta finalidad, los niños y niñas necesitan acceder a la estructura profunda de la comunicación involucrándose en situaciones comunicativas reales, lo que se denominaría según MINEDU (2009) en el DCN el “Enfoque Comunicativo y textual” (p. 167) que hace referencia al poder utilizar el lenguaje para comunicar e intercambiar ideas, sentimientos o pensamientos utilizando correctamente el lenguaje hablado, gestual y escrito.

a.1) Comunicación oral: Teniendo en cuenta lo planteado en MINEDU (2009) en el DCN al culminar el Tercer ciclo de Educación primaria el niño y niña debe tener la competencia de poder: “Expresar sus necesidades, intereses, sentimientos y experiencias, y escucha con respeto cuando interactúa con otros, mostrando comprensión de mensajes sencillos en su lengua originaria y en castellano.” (p. 169) Esta competencia hace referencia al saber expresar oralmente con claridad, fluidez y coherencia sus ideas y a la vez al poder comprender las ideas expresadas por otros.

a.2) Comprensión de textos: Al término del Tercer ciclo de Educación primaria los niños y niñas deben según MINEDU (2009) en el DCN: “Comprender textos

narrativos y descriptivos de estructura sencilla, a partir de sus experiencias previas, los reconoce como fuente de disfrute y conocimiento de su entorno inmediato” (p. 169).

El poder aprender a leer comprende el aprendizaje de una serie de destrezas complejas como el conocimiento de la morfología de la lengua, la ortografía y la comprensión fonética para poder recién decodificar las palabras, luego de todos estos procesos, si se realizaron adecuadamente y el niño y la niña comprende las reglas de semántica y sintaxis recién podrá acceder a la comprensión de lo que ha leído. Como se menciona en MINEDU (2013) en las Rutas de Aprendizaje de Comprensión de textos, el proceso de construcción del sistema de escritura (leer y escribir) siempre es una construcción social, por lo que debes propiciar que los estudiantes trabajen interactuando entre ellos, para que en la interrelación construyan sus hipótesis sobre el mismo.

a.3) Producción de textos: Al finalizar el Tercer ciclo de Educación primaria el niño y niña en MINEDU (2009) en el DCN debe: “Producir textos cortos de tipo narrativo y descriptivo a través de los cuales comunica sus experiencias, intereses, deseos y necesidades utilizando los elementos lingüísticos adecuados y expresa satisfacción, con lo que escribe.” (p. 169)

Es durante el tercer ciclo de educación primaria que los niños y niñas concluyen el proceso de iniciación a la lectoescritura, lo que les permite expresarse en forma escrita e iniciándose en el uso de reglas ortográficas y sintácticas.

#### d) Área de Matemática

Como se menciona en MINEDU (2009) en el DCN “en el caso del área de Matemática, las capacidades explicitadas para cada grado involucran los procesos transversales de Razonamiento y demostración, Comunicación matemática y Resolución de problemas, siendo este último el proceso a partir del cual se formulan las competencias del área en los tres niveles.” (p. 186)

Pero para fines curriculares, según lo expuesto en MINEDU (2009) en el DCN el área de Matemática y sus competencias se organizan en función de:

b.1) Números, relaciones y operaciones: al culminar en Tercer ciclo de EBR el niño y niña “resuelve problemas de situaciones cotidianas en las que identifica

relaciones numéricas realizando con autonomía y confianza, operaciones de adición y sustracción con números de hasta tres cifras.” (p. 189)

b.2) Geometría y medición: según MINEDU (2009) en el DCN el niño y niña:

“Resuelve problemas de situaciones cotidianas que requieran de la medición y comparación de atributos mensurables de objetos y eventos, y las comunica utilizando el lenguaje matemático.” (p. 189)

“Resuelve problemas, con autonomía y seguridad, cuya solución requiera de relaciones de posición y desplazamiento de objetos en el plano.” (p. 189)

b.3) Estadística: según MINEDU (2009) en el DCN el niño y niña:

“Interpreta relaciones entre dos variables, en situaciones de la vida real y las valora utilizando el lenguaje gráfico.” (p. 189)

### 3.2.7. Neurociencias y Proceso de enseñanza aprendizaje

OCDE (2009) sostiene que:

“Los neurocientíficos consideran el aprendizaje como un proceso cerebral donde el cerebro responde a un estímulo, involucrando la percepción y el procesamiento e integración de la información. Los educadores consideran esto como un proceso conducente a la adquisición de conocimientos, lo que a su vez implica cambios específicos, perdurables y medibles en el comportamiento.” (p.36)

Para Koizumi citado en OCDE (2009) el aprendizaje es “el proceso por el cual el cerebro reacciona ante los estímulos y establece conexiones neuronales que actúan como un circuito procesador de información, proporcionando almacenamiento de la información” (p. 53); mientras que, para Coffield citado en OCDE (2009) el aprendizaje “son los cambios significativos en la capacidad de comprensión, actitudes o valores por parte de individuos, grupos, organizaciones o de la sociedad” (p. 53).

Luria A. (1984) sostiene que el hombre no reacciona pasivamente a la información que recibe, sino que crea intenciones, forma planes y programas de sus acciones, inspecciona su ejecución y regula su conducta para que esté de acuerdo con estos planes y programas; finalmente, verifica su actividad consciente, comparando los efectos de sus acciones con las intenciones originales corrigiendo cualquier error que haya cometido. Salas R. (2008) manifiesta que “aprender consiste en modificar el estado interno de sus conocimientos, o según la expresión, de sus estructuras cognitivas” (p. 38) y también señala que el “aprendizaje es el proceso por el cual se crea el conocimiento a través de la transformación de la experiencia.” (p. 81)

Teniendo en cuenta los diferentes aportes mencionados, se podría definir al aprendizaje como la generación de cambios o modificaciones en los individuos gracias a la interacción significativa de información procesada, generando cambios dentro de la estructura del cerebro, debido al establecimiento de nuevas conexiones que modifican constantemente la arquitectura neuronal. Todos los procesos de aprendizaje y almacenamiento de información (sean conocimientos, actitudes o habilidades) se realizan gracias a la interconexión neuronal; debido a la cual las dendritas reciben las señales químicas, dadas por los neurotransmisores y las transmiten al soma o cuerpo neuronal a través del axón; en donde, gracias a las vainas de mielina, la información es transmitida a otras neuronas generando redes de información a través de las sinapsis que propician en incremento de capacidades en los individuos gracias a la gran interconectividad existente entre las neuronas; es decir, a mayor interconectividad, mayor capacidad de aprendizaje debido al poder de interrelacionar conocimientos que sean significativos para cada niño o niña.

#### 3.2.7.1. Neuromitos relacionados al aprendizaje:

Un neuromito, como se explica en OCDE (2002) citado por Guillén J. (2013) es “una concepción errónea generada por un malentendido, una mala interpretación o una cita equivocada de datos científicamente establecidos para justificar el uso de la investigación cerebral en la educación y otros contextos” (párraf. 2); esta información es tomada por cierta y muchas veces genera desinformación especialmente entre los docentes quienes aplican estos datos errados en sus práctica diaria.

Un ejemplo de esta situación se exponen en un artículo de Gurney J. (2014) en el diario The Telegraph se menciona un estudio realizado a profesores de diversos países como el Reino Unido, Turquía, Grecia, China y los Países Bajos y publicado por la revista Nature

Reviews Neuroscience acerca de los mitos sobre el cerebro que son utilizados para justificar y promover métodos de enseñanza que son ineficaces. En este se cuestionó a los docentes acerca de la veracidad de algunos neuromitos; siendo los resultados bastante sorprendentes y a la vez alarmantes; debido a que se halló que más del 50% de encuestados del Reino Unido, los Países Bajos y China consideraban que el nivel de atención disminuía en los niños que consumían bebidas o alimentos azucarados y más del 25% de docentes del Reino Unido y Turquía aún consideraban como cierto que si los niños no consumen por lo menos de seis a ocho vasos de agua al día, su cerebro se reduciría de tamaño. Esto a pesar del hecho de que no existen evidencias que apoyen estas teorías bastantes difundidas. El reconocido neurocientífico Dr. Paul Howard-Jones mencionó, en el mismo artículo, que muchas de las prácticas de enseñanza son "vendidos a los maestros como basado en la neurociencia" (párraf. 5). Sin embargo, añadió que, en muchos casos, estas ideas tienen "ningún valor educativo y, a menudo se asocian con la mala práctica en el aula." (párraf. 6)

Algunos de los principales neuromitos reconocidos por la OCDE (2009) que se deberían despejar son los siguientes

a) "No hay tiempo que perder ya que todo lo importante para el cerebro está decidido a los tres años de edad." (p. 171)

Se considera que todo lo importante para desarrollar a nivel cerebral sucede antes de los tres años; por ello, existen gigantescas campañas publicitarias de productos y actividades escolares a estas edades; pero, la realidad es que el cerebro es un órgano plástico, se encuentra en desarrollo y transformación a lo largo de toda la vida de las personas, tanto en la sinaptogénesis como en la poda de las mismas.

b) "Existen periodos críticos cuando se debe enseñar y aprender ciertas materias." (p. 174)

Es cierto que existen aprendizajes expectantes de la experiencia; es decir, aquellas habilidades que se pueden aprender de forma óptima a cierta edad, como el lenguaje; pero a la vez, estos aprendizajes también son dependientes de la experiencia, debido a que se necesitan de estímulos que propicien los mismos o caso contrario no se podrán desarrollar las habilidades aunque fisiológicamente la persona lo pudiera hacer.

c) “Sin embargo he leído en alguna parte que usamos solamente 10% de nuestro cerebro.” (p. 178)

Muchas personas aún creen que sólo usamos el 10% de nuestro cerebro; pero los descubrimientos de la neurociencia indican que el cerebro se encuentra 100% activo durante la realización de sus funciones, pues estas se desarrollan interrelacionando ambos hemisferios y varias zonas cerebrales.

d) “Soy una persona del ‘hemisferio izquierdo’, ella es una persona del ‘hemisferio derecho’.” (p. 180)

Muchos de los educadores consideran como cierta la información sobre la lateralidad cerebral; aun conservando conocimientos que centran habilidades en uno o en otro hemisferio y clasificando a sus alumnos con esta tipología. Lo que es cierto es que ambos hemisferios son naturalmente diferentes, existiendo asimetría cerebral y de dominancia que, como menciona Salas R. (2008) “refleja también cómo trabaja nuestro cerebro” (p. 109). Es por ello que pueden explicarse ciertas preferencias o estilos para aprender, entender o expresar algo. Por ello es que tendemos a utilizar o tener dominancia por una mano, siendo diestros o zurdos o tener ciertos estilos para aprender, las cuales son sólo inclinaciones o preferencias determinadas por la forma en cómo se han organizado los sistemas neuronales; ya que, como lo menciona la OCDE (2009) “los hemisferios del cerebro no trabajan en forma separada sino conjunta, para todas las tareas cognitivas, aún si hay simetrías funcionales.” (p. 186)

e) “Aceptémoslo: los hombres y los niños tienen cerebros diferentes de los de las mujeres y las niñas.” (p. 186)

Es bien sabido y reconocido que existen, como se menciona en OCDE (2009) “diferencias funcionales y morfológicas entre el cerebro masculino y el cerebro femenino” (p. 187); pero hasta la fecha ninguna investigación ha logrado demostrar diferencias en los procesos de aprendizaje respecto del género del aprendiz.

f) “El cerebro de un niño pequeño sólo puede manejar el aprendizaje de un idioma a la vez.” (p. 188)

Como se menciona en OCDE (2009) “el mito de que uno debe aprender su propio idioma nativo primero antes de aprender un segundo idioma se contrapone con los estudios que indican que los niños que dominan dos idiomas entienden mejor la estructura de cada

idioma y la aplican de una manera más consciente.” (p. 190) De esta afirmación puede desprenderse la premisa de que el hecho de poder dominar dos o más lenguas podría ayudar a desarrollar otros aspectos del lenguaje.

### 3.2.7.2. Aprendizaje compatible con el cerebro

En el artículo de Salas R. (2003) se explica que “el término compatible con el cerebro fue usado por primera vez por Hart (1983) en su libro *Human Brain, Human Learning*” (p. 159), en el cual postula que para que exista un aprendizaje efectivo, las actividades deben desarrollarse aplicando estrategias de enseñanza compatibles con la forma en la que aprende el cerebro y además, en un ambiente que provea seguridad emocional a los estudiantes; en consecuencia, para que el aprendizaje sea compatible con el cerebro se debe dar un cambio en las concepciones de enseñanza aprendizaje.

#### 3.2.7.2.1. Principios sobre el aprendizaje basado en el cerebro

Salas R. (2003) recuerda los principios planteados por Caine y Caine (1997), que permiten tener en cuenta ciertas características del cerebro que deben ser tomadas en cuenta dentro de las escuelas para posibilitar la organización de procesos de enseñanza aprendizaje acordes con la forma en que aprende el cerebro:

- Principio 1. “El cerebro es un complejo sistema adaptativo” (p. 160) Referida a la capacidad que posee el cerebro de poder trabajar en forma simultánea en varias tareas y funciones, a la vez que posibilita la relación del sujeto con el entorno formando un sistema total.
- Principio 2. “El cerebro es un cerebro social” (p. 160) Desde el inicio de la vida fuera del vientre materno, son las condiciones y estímulos que se hallan en el entorno los que moldean la identidad y conocimientos de las personas; por ende, todo aprendizaje está influenciado por las relaciones sociales que tienen las personas.
- Principio 3. “La búsqueda de significado es innata” (p. 160) Esta búsqueda de significado debe ser entendido como la sucesión de hechos que forman parte de las experiencias que responden a sus necesidades o intereses; por ejemplo en cuanto al aspecto educativo los aprendizajes sólo serán efectivos en cuanto sean trascendentes para el estudiantes; es decir, respondan a sus intereses o necesidades.

- Principio 4. “La búsqueda de significado ocurre a través de ‘pautas’” (p. 160) La atribución de un significado o el aprendizaje requiere del establecimiento de relaciones entre conocimientos ya adquiridos y las nuevas experiencias.
- Principio 5. “Las emociones son críticas para la elaboración de pautas” (p. 161) Los ambientes de aprendizaje deben contar con un ambiente emocionalmente saludable y que posibilite tanto el desarrollo emocional como cognitivo. El clima emocional es determinante para el aprendizaje, como se verá en posterior acápite, un clima emocional inadecuado dificulta o impide el aprendizaje.
- Principio 6. “Cada cerebro simultáneamente percibe y crea partes y todos” (p. 161) El cerebro es capaz de procesar información deductiva e inductivamente, de todo a las partes y de las partes al todo; lo que amerita que los procesos de enseñanza aprendizaje se organicen tomando en cuenta que debe existir una visión global de la meta a realizar y de los pasos que se debe dar en torno a un aprendizaje para que este se afectivo.
- Principio 7. “El aprendizaje implica tanto una atención focalizada como una percepción periférica: el cerebro a ser un órgano complejo es capaz de reaccionar ante estímulos focales” (p. 161); pero a la vez también percibe los estímulos que le rodean sean estos conscientes o no. Este principio debe tomarse en cuenta todas las características de los ambientes en donde se desarrollan los aprendizajes.
- Principio 8. “El aprendizaje siempre implica procesos conscientes e inconscientes” (p. 161) los procesos de aprendizaje son diferentes en cada persona y por lo tanto tienen tiempos diferentes; por ello, los docentes deben organizar actividades que permitan el refuerzo de aquellas experiencias que desarrollan los aprendizajes esperados e incorporando la metacognición como actividad cotidiana en las aulas.
- Principio 9. “Tenemos al menos dos maneras de organizar la memoria” (p. 161) Poseemos una memoria que responde a los premios y castigos y otros sistema de memoria que nos permite guardar experiencias y momentos, memoria espacial/autobiográfica. Ambos sistemas de memoria deben ser estimulados en el aula para posibilitar aprendizajes efectivos.
- Principio 10. “El aprendizaje es un proceso de desarrollo” (p. 162) Todo aprendizaje es un proceso de desarrollo único e individual en cada persona, debido a que cada persona integra los nuevos conocimientos con las experiencias propias que ya poseía. El cerebro al ser un órgano plástico tiene la capacidad de aprender durante todas las etapas de la vida por las que atraviese.

- Principio 11. “El aprendizaje complejo se incrementa por el desafío y se inhibe por la amenaza” (p. 162) Un ambiente enriquecido y desafiante posibilita el proceso de aprendizaje; mas, un ambiente con elevados niveles de estrés o con presencia de emociones amenazantes para los estudiantes dificultará o impedirá este proceso.
- Principio 12. “Cada cerebro está organizado de manera única” (p. 162) Todo ser humano es único y por ende posee características, estilos y ritmos diferentes de aprendizaje. Estas características únicas debe ser siempre tomadas en cuenta por los docentes, para evitar tratar de estandarizar a sus estudiantes y recordar respetar sus individualidad al aprender

### 3.2.7.3. Plasticidad cerebral y aprendizaje

El aprendizaje brindado en las escuelas, puede concebirse como un proceso de plasticidad cerebral intencional, ya que, gracias a él se modifican las estructuras cerebrales y se dan procesos de sinaptogénesis; por lo cual, los procesos de enseñanza aprendizaje deben estar organizados de forma eficaz y teniendo en cuenta la creación de redes de información.

Salas R. (2003) menciona el aporte realizado por Caine (1997) al sugerir tres elementos surgidos de los principios del aprendizaje basado en el cerebro y que permiten desarrollar procesos plásticos en el cerebro de los alumnos:

- La inmersión orquestada en una experiencia compleja: crear entornos de aprendizaje que sumerjan totalmente a los alumnos en una experiencia educativa
- El estado de alerta relajado: eliminar el miedo en los alumnos, mientras se mantiene un entorno muy desafiante.
- El procesamiento activo: permitir que el alumno consolide e interiorice la información procesándola activamente. (p. 163)

Tanto la inmersión orquestada, el estado de alerta relajado como el procesamiento activo, son procesos que pueden y deben desarrollarse en las aulas; pero cómo hacerlo, pues algunos aspectos a desarrollar y tener en cuenta en las aulas serán desarrolladas a continuación. El aspecto relacionado al estado de alerta relajado será abordado dentro de los temas que relacionan cerebro emocional y proceso enseñanza aprendizaje.

- Como lo sostiene OCDE (2009) “El aprendiz no sólo necesita adquirir conocimientos y habilidades, sino que también debe ser capaz de hacerlos operacionales en aplicaciones reales”. (p. 40) Como lo sostiene Castro M. (2014) “en el aprendizaje activo, el cerebro compromete más funciones y áreas cerebrales” (p. 40), este aprendizaje activo tiene como objetivo el de involucrar activamente a los aprendices en la interacción con su ambiente humano y material, y se fundamenta en la idea de que este proceso conducirá a una integración de la información más profunda que la percepción.
- Organización de nuevas y múltiples experiencias posibilitan la plasticidad neuronal; debido a que, estas vivencias generan la creación de redes o sinapsis neuronales posibilitando la intercomunicación entre las neuronas y el afianzamiento de redes ya desarrolladas, lo que conlleva al desarrollo de aprendizajes y al desarrollo del cerebro. Las experiencias brindadas deben poseer una gran carga sensorial, es decir, poder ser percibidas por diversos sentidos y si fuera posible en real contacto con la naturaleza.
- Desarrollo de experiencias que sean significativas a cada estudiante; es decir, que respondan a sus intereses, necesidades o características de su entorno, debido a que, sólo cuando un determinado estímulo es percibido por los sentidos y responden a un contenido emocional para el estudiante, puede ser realmente aprendido y guardado en la memoria de largo plazo. Este factor dependería, en gran medida, del conocimiento que el docente llegue a tener de sus alumnos y del entorno donde se desenvuelven y también; pero, en menor grado de la forma en que el docente presente estos estímulos.
- Procurar el enriquecimiento de los ambientes educativos, referido a dos aspectos importantes a tener en cuenta: el reto ante la tarea y la retroalimentación. Las actividades planteadas en la escuela debe surgir como un reto que interese y motive al niño y niña a desea desarrollar ese desafío; deben ser actividades significativas para él y que posibiliten su compromiso y anhelo de solución de la

dificultad o reto planificado cuidando que sean acordes a su nivel de maduración y no se genere estrés negativo durante su ejecución. El segundo aspecto es la retroalimentación, la cual consiste en la planificación de diversas actividades en las cuales los niños y niñas puedan poner en práctica y aplicar sus nuevas habilidades y conocimientos consolidándose las sinapsis surgidas en el proceso de enseñanza aprendizaje.

- Una forma de lograr el procesamiento activo de la información brindada es a través de, como se menciona en Sousa et. al. (2011), el aprendizaje basado en proyectos.

Gálvez J. (2001) sostiene que el aprendizaje por proyectos presenta ciertos principios propuestos por Dewey:

- La formulación del razonamiento debe partir de la realidad y no de la información de la memoria.
- La información debe buscarse en función de la oportunidad de utilizarla en la práctica; no se puede aprender para saber sino para hacer.
- El aprendizaje debe llevarse a cabo en un medio natural
- El problema ha de anteponerse a los principios, nunca al revés. (p. 147)

Estos principios, como sostiene Sousa et. al. (2011) pueden llegar a posibilitar la significatividad de las actividades a desarrollar, a la vez que generan un ambiente desafiante y enriquecido de actividades que brindan al niño y niña la posibilidad de crear algo nuevo y de sentir la necesidad de aprender para poder resolver una situación que se les presenta.

- La presentación de las actividades y objetivos a desarrollar a través de la creación de organizadores visuales, como se menciona en Sousa et. al. (2011) permite una visión clara de los objetivos que se desean desarrollar y el poder vislumbrar los pasos necesarios para llegar a esos fines. La presentación de estos organizadores visuales ayuda a que los niños y niñas a generar conexiones entre

la información ya aprendida y la nueva información; pues posibilita la relación y retroalimentación constante de la misma.

Para poder desarrollar esta estrategia dentro de las aulas es necesario tener en cuenta ciertos aspectos mencionados en Sousa et. al. (2011):

- Presentar el contexto continuamente mientras la lección se está desarrollando.
  - Establecer claramente la relación de cada idea dentro del contexto general, además de explorar con los estudiantes la vinculación de cada idea etiquetada.
  - Utilizar alguna forma de la representación visual para exhibir la red de ideas que se están desarrollando, incluyendo imágenes, símbolos y otros referentes que sean significativos para los niños y niñas. (p. 56)
- Otras sugerencias que serán abordadas en acápites posteriores son la utilización del juego como estrategia de enseñanza aprendizaje, la importancia del movimiento y del aspecto emocional.

#### 3.2.7.4. Importancia del juego en el aprendizaje desde los aportes de las neurociencias

Labath L. (2014) sostiene “¡Cuán importante es darse el permiso de recuperar la capacidad de jugar! ¡La alegría es siempre doble alegría y la pena, media pena, cuando es posible compartirla! ¡Jugar nos permite compartir y aprender con los otros!” (p.62)

Labath L. (2014) menciona que “el juego es un proceso didáctico” (p. 59); ya que, representa una necesidad vital para los niños, posee valoración respecto a la situación placentera que representa y también desarrolla, como sostiene Labath L. (2014), “aspectos sociales, el simbolismo, la capacidad intelectual, la capacidad comunicativa, la emocional y la motriz” (p. 59).

Según Jiménez C. (2000) el juego “podría considerarse como un fenómeno biológico y cultural, propio del ámbito comunicativo-relacional que contribuye al desarrollo humano en los aspectos de la creatividad y de la convivencia humana” (p. 38)

Jiménez C. (2000) sostiene que “la libertad que produce el juego es similar a los planteado por el Dr. Luis Carlos Restrepo en su libro Libertad y Locura: la libertad es la capacidad que tienen el ser humano de romper su orden simbólico y proponer nuevos modelos de acción y pensamiento.” (p. 25).

El juego, es entonces un espacio de libertad, en donde el desconocimiento y el desorden, permiten el surgimiento de la creatividad y la solución de problemas.

Jiménez C. (2000) menciona que en “los estados de flujo lúdico las neuronas del cerebro se encuentran en reposo caótico, es decir, se encuentran interconectadas o listas para múltiples asociaciones; pero no es de forma acumulada como cuando el ser humano se encuentra frente a un determinado problema social o de tipo cognitivo. En el juego, el cerebro descansa porque se encuentra sumergido en un estado de distensión o de neutralidad, en la cual las excitaciones e inhibiciones del sistema nervioso están en sintonía y sincronía con el momento de creación.” (p. 26–27)

Como lo menciona Jiménez C. (2000), es en las actividades de juego que el cerebro emplea gran parte de las “funciones mecánicas, biológicas y emocionales para retroalimentar y fortalecer los tejidos cerebrales.” (p. 36).

Es gracias al juego que el niño y niña, según Labath L. (2014):

- Se relacionan con el mundo que le rodea y realiza representaciones del mismo que les permiten entablar relaciones sociales con otros al haber realizado juegos sociales que son como ensayos de vivencias futuras y que los preparan para reaccionar en situaciones reales, consolidando y afianzando las interrelaciones sociales al disminuir los impactos por diferencias ideológicas o conductas dispares.

- Establecen vínculos afectivos que transforman los estímulos en respuestas adecuadas, permitiéndoles establecer contacto con sus propios sentimientos y siendo capaces de regular sus respuestas emocionales.
- Asimismo, es un medio útil enseñar a tolerar lo adverso, fomentar el equilibrio emocional y el fortalecimiento del espíritu.

MINEDU (2013) en las Rutas del Aprendizaje se considera que el juego permite:

- Motivar al estudiante, toda vez que las situaciones matemáticas las percibe como atractivas o recreativas.
- Desarrollar habilidades y destrezas en forma divertida, donde el estudiante encuentra sentido y utilidad a lo que aprende.
- Provocar en el estudiante la búsqueda de estrategias, movilizar su imaginación y desarrollare su creatividad.
- Desechar la práctica de ejercicios motivados mecánicos y descontextualizados.
- Desarrollar nociones matemáticas con comprensión, que permitan utilizar la matemática en la resolución de problemas.
- Ser respetuosos con los estilos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes, con sus habilidades de partida, reconocer la diversidad humana y cultural en el aula.
- Construir un clima de aula adecuado, que se caracterice por interrelaciones basadas en la solidaridad, el trabajo compartido, superando toda práctica educativa que fomente el individualismo y el egoísmo cognitivo.
- Favorecer el diálogo intercultural, la escucha activa, la tolerancia y la comprensión de las diferencias.

- Descubrir y aprender el mundo en el cual se vive de manera natural, desde el movimiento, el color, el sonido. Donde matematizar la realidad se hace jugando. (p. 14 )

Como lo sostiene Labath L. (2014) “enseñar a través de juegos y diversiones es hacerlo de manera simple y efectiva, con el fin de fomentar una convivencia razonable, con alto contenido afectivo y con la posibilidad de confortables encuentros a cualquier edad de la vida”. (p. 62)

#### 3.2.7.5. Neurociencias, Movimiento y aprendizaje

Maya & Rivero (2010) mencionan lo beneficioso que resulta el movimiento o ejercicio físico para el mejoramiento de la función cerebral y el estado de ánimo, los cuáles son factores que coadyuvan al incremento del aprendizaje explicando que, al ejercitarse se aumenta el nivel de oxigenación de los glóbulos rojos mejorándose la función muscular, pulmonar, cardiaca y, también la función cerebral, debido a que, la potenciación del nivel de oxigenación en el cerebro puede incrementar las capacidades del cerebro y promover la plasticidad cerebral.

Sousa et. al. (2011)

Reconoció el papel fundamental de movimiento y el ejercicio en el aprendizaje y la memoria. Los investigadores han descubierto que el movimiento y el ejercicio aumento la producción de una sustancia vital llamada neurotrófico derivado del factor cerebro o BDNF (Ratey, 2008). Esta proteína es compatible con la supervivencia de las neuronas existentes, estimula el crecimiento de nuevas neuronas, y es importante para la formación de la memoria de largo plazo. Por otra parte, el movimiento y el ejercicio mejoran estado de ánimo y mejorar el procesamiento cognitivo. (pp. 40-41)

Así mismo, el ejercicio físico puede ayudar a disminuir el nivel de estrés y, hasta evitarlo; por ello, debe promoverse mayor cantidad de horas dedicadas a la actividad física en las escuelas y que éstas se conviertan en un espacio en donde se promueva no sólo el bienestar físico, sino, también, el desarrollo socioemocional de los niños y niñas.

#### 3.2.7.5.1. Los propósitos del movimiento

Rosler R. (2014) propone seis propósito o fines que posee le movimiento en torno al desarrollo de aprendizajes:

a) “Preparar al cerebro: los movimientos físicos ayudan a preparar al cerebro para el aprendizaje”. (p. 46)

La creación de secuencias de movimientos que ayuden a relacionar ambos hemisferios cerebrales, puede brindar un ambiente más amigable en donde se promueve el desarrollo del sistema vestibular, que es el responsable del equilibrio y manejo postural; funciones responsables de la percepción espacial que debe poseer el niño y niña y que le harán posible el desarrollo de la lectura, la organización lineal de la escritura y la comprensión y reproducción de formas y conceptos matemáticos abstractos.

b) “Proveer ‘recreos cerebrales’: el objetivo de los ‘recreos cerebrales’ es darle un descanso al cerebro del trabajo académico”. (p. 48)

Durante los momentos de aprendizaje en las aulas, usualmente los alumnos permanecen sentados mucho tiempo y esta posición vertical va disminuyendo paulatinamente la oxigenación que necesita el cerebro para poder cumplir con sus funciones; por ello, los denominados ‘recreos cerebrales’, forman parte de una estrategias que consiste en generar breves; pero, significativas rutinas de movimientos a realizar con los niños y niñas que promuevan la oxigenación adecuada y la relajación emocional.

Rosler R. (2013) menciona cinco razones específicas beneficiosas de los ‘recreos cerebrales’:

- “Para darle al Hipocampo (la “puerta de entrada” a la memoria) tiempo para procesar la información.

- Para disminuir la sensación de estar agobiado por los contenidos de la clase.
- Para proveer oportunidades a la risa y la diversión (que facilitan el aprendizaje).
- Para refocalizar al Sistema Nervioso.
- Para reenergizar al cuerpo y al cerebro”. (p. 48)

c) “Estimular la salud y el ejercicio: estimular el ejercicio en el aula colabora con la disminución de la “epidemia” de obesidad infantil”. (p. 49)

d) “Desarrolla cohesión en el aula”.(p. 50)

El clima emocional de un aula; así como, el estado emocional de los niños y niñas en las aulas son dos factores primordiales para la generación de aprendizajes efectivos. La actividad física puede ayudar a mejorar el clima emocional añadiendo a las aulas el humor, la música y el movimiento necesarios; y promoviendo a la vez, la generación de un ambiente armónico esencial para el aprendizaje.

Rosler R. (2013) indica algunos beneficios del desarrollo de la cohesión en el aula a través de las actividades físicas:

- Proveer al cerebro de un necesario descanso.
- Mejorar las habilidades de comunicación y escucha.
- Proveer un espacio para la resolución de problemas.
- Ofrecer un ambiente que promueva la risa y la diversión.
- Mejorar la motivación y la disciplina.
- Aumentar el interés de los alumnos en asistir y participar en clase.
- Construir relaciones entre los alumnos.
- Desarrollar un sentido de pertenencia.
- Aumentar la autoestima. (p. 51)

e) “Repasar el contenido”. (p. 51)

El reforzamiento o retroalimentación de los conocimientos brindados en clase en clave para asegurar que sean retenidos en la memoria de largo plazo, y este proceso es más sencillo y se fortalece cuando se lo relaciona con la actividad física.

f) “Enseñar el contenido”. (p. 52-53)

La posibilidad de relacionar los conocimientos con el aspecto motor posibilita el desarrollo de aprendizajes motores y del establecimiento de nuevas sinapsis más fortalecidas por presentar varias rutas de conexión.

#### 3.2.7.6. Neurociencias y el área de Comunicación

Como se mencionó anteriormente, el lenguaje es una función bastante compleja que permite, como lo mencionaba Cardinalli D. (2007) el poder manifestar nuestros pensamientos, a través de expresiones codificadas. Este proceso de comunicación comprende la intervención de múltiples áreas del sistema nervioso, como lo explican Maya & Rivero (2010), y también implica la intervención de tres sistemas (Kandel et. al., 2001 & Cardinalli D., 2007) responsables de la ejecución, de la mediación y el sistema conceptual del lenguaje.

##### 3.2.7.6.1. Neurociencias y la enseñanza aprendizaje de la lectura

Si bien es cierto que las estructuras cerebrales están diseñadas para el aprendizaje del lenguaje escrito, y que entre los 6 y 8 años están abiertas las ventanas oportunidad o periodos sensibles de la escritura, es totalmente necesario que el niño o niña esté expuesto a estimulación del ambiente. Esto se aplica también al aprendizaje de otros idiomas diferentes al materno, pues en estas edades se pueden desarrollar aspectos como el “procesamiento fonológico que se aprende más efectivamente antes de los 12 años” como lo sostienen Neville y Bruer citados en OCDE (2009) (p. 135).

Según lo planteado por OCDE (2009) citando a Jobard, Crivello, Tzourio-Mazoyer (2003), la ‘ruta doble’ como modelo de aprendizaje de la lectura es, la más aceptable; puesto que explica, que los estímulos captados y procesados en la corteza visual primaria serán

procesados siguiendo una de dos rutas que son complementarias: la primera denominada ruta ensamblada “que involucra un paso intermedio de conversión grafo–fonológica – convirtiendo las letras/palabras en sonidos- lo cual ocurre en ciertas áreas temporal izquierdo y frontal incluyendo al área de Broca“ (p. 137); y la segunda que es la ruta dirigida que “consiste en una transferencia directa de información desde el procesamiento preléxico al sentido (acceso semántico). Las dos rutas concluyen en el giro interés frontal izquierdo y el giro posterior medio o área de Wernicke.” (p. 137). Esta ‘ruta doble’ implica el procesamiento fonológico y semántico; pero se contrapone a la tendencia educativa de la inmersión del alumno en textos completos; por ello, OCDE (2009) explica la importancia de ambos procesos mencionando que “un enfoque equilibrado a la instrucción en alfabetización que apunte a la fonética y al aprendizaje del ‘lenguaje global’ puede ser el más efectivo.” (138)

La habilidad lectora debería ser desarrollada en forma gradual y la función del docente comprendería el acompañamiento del niño o niña en su aprendizaje mediante la aplicación de evaluaciones procesuales, como lo menciona OCDE (2009) citando a OCDE (2005)

La Evaluación formativa, que involucra usar evaluaciones durante el proceso, para identificar y responder a las necesidades del aprendizaje de los alumnos, es altamente efectiva en elevar los logros de los estudiantes, aumentar resultados equitativos y mejorar la habilidad para aprender de los estudiantes. (p. 142)

#### 3.2.7.6.2. Neurociencias y la enseñanza aprendizaje de la escritura

Como se explica en Kandel et. al. (2001) “Wernicke formuló el primer modelo coherente de la organización del lenguaje” (p. 11), de acuerdo con este modelo planteado en Kandel et. al. (2001)

Los pasos iniciales del procesamiento por el cerebro de las palabras habladas o escritas se producen en pares sensoriales diferenciados de la corteza

especializada en la información auditiva o visual. Esta información es transmitida después a un área cortical de asociación, especializada tanto en la información auditiva como visual, a la circunvolución angular, en ella, según Wernicke, las palabras habladas o escritas se transforman en una representación nerviosa común compartida por el habla y la escritura. Desde la circunvolución angular se transmite esta representación al área de Wernicke, donde es reconocida como lenguaje y se asocia a un significado.... La representación nerviosa se transmite después desde el área de Wernicke a la de Broca, donde se transforma de una representación sensorial (auditiva o visual) en una representación motora con la posibilidad de culminar en un lenguaje hablado o escrito. (p. 11)

Posner, en Kandel et. al. (2001), considera que “cuando las palabras se oyen, se activa el área de Wernicke” (p. 13); pero cuando las palabras se ven, pero no se oyen el área de Broca se activa.

Posner en Kandel et. al. (2001) “la información visual de la corteza occipital parece transmitirse directamente al área de Broca, sin ser transformada previamente en una representación auditiva en la corteza temporal posterior. Posner y sus colaboradores concluyeron que las vías nerviosas y los códigos sensoriales empelados para ver las palabras son diferentes de los utilizados para oírlas.” (p.13)

El aprendizaje del lenguaje escrito dependería de las estrategias dadas al niño o niña y; además, de la exposición que haya tenido a medios escritos desde edades muy tempranas, pudiendo crear una real correspondencia entre lo que se lee y se escribe.

Por otro lado, como lo presenta el DCN, el enfoque con el que los niños y niñas deben aprender es el cognitivo – contextual, lo que quiere decir, que se debe aprender en contextos reales de comunicación, como lo sostiene Tolchinsky citada en Jiménez C. (2000) “es escribiendo que el niño comprenderá cómo funciona la escritura y no estudiando escritura como aprenderá a escribir” (p. 66), es necesario ejercitar la producción de textos que respondan a necesidades comunicativas reales, que estas experiencias respondan a sus intereses y además permitirles la libertad de ‘jugar’ con la literatura, lo que motivará su creatividad e imaginación.

#### 3.2.7.7. Neurociencias y las Matemáticas

Como se menciona en OCDE (2009) “los conocimientos básicos de matemáticas se crean en el cerebro mediante la sinergia de la biología y la experiencia” (p. 152); las matemáticas involucrarían el trabajo conjunto de varias redes neuronales genéticamente predisuestas para este efecto; pero son dependientes de la experiencia; es decir, que no se desarrollan sino existe exposición a situaciones que demanden su aplicación.

Como sostiene Dehaene (1997) citado en OCDE (2009) “la corteza parietal, ... juega un rol fundamental en una variedad de operaciones matemáticas. El daño a esta área tiene efectos devastadores sobre las habilidades matemáticas” (p. 155)

El desarrollo de las habilidades matemáticas en el cerebro presentan dos principios, expuesto en OCDE (2009), a tener en cuenta: “la matemática es dissociable de otros dominios cognitivos” (p. 155) y que “las habilidades dentro del dominio de las matemáticas se pueden disociar unas de otras” (p. 155) lo que implicaría el reconocimiento de diferentes inteligencias y el que las destrezas o déficits en ciertas áreas no necesariamente incluye a otras; por lo tanto estos principios demandan que los docentes puedan brindar una serie de diversas estrategias para el aprendizaje de aspectos matemáticos y que pudieran ser flexibles ante las elecciones de sus alumnos.

OCDE (2009) menciona que “las habilidades matemáticas están distribuidas en diferentes partes del cerebro, las operaciones numéricas más simples requieren de la coordinación de múltiples partes del cerebro.” (p. 157)

Algunos ejemplos de ello se explican en OCDE (2009) al mencionar que,

“La representación de magnitud o significado cuantitativo abstracto depende del circuito parietal inferior. Una representación numérica como ‘3’, por ejemplo, puede reunir estas áreas de manera bilateral, mientras que la representación lingüística ‘tres’ solo depende de esta área en el hemisferio izquierdo.” (p. 157)

“El cálculo también demanda una red distribuida (Dehaene, 1997). La resta depende críticamente del circuito parietal inferior, mientras que la suma y la multiplicación involucran otras redes, incluyendo un rizo subcortical córtico que involucra a los ganglios basales del hemisferio izquierdo.” (p.157)

Como lo menciona en OCDE (2009) “un rol de la educación matemática es el de llevar coherencia y fluidez al conocimiento numérico” (p. 158); por ello, como se menciona en MINEDU (2009) en el DCN

El desarrollo de estos procesos exige que los docentes planteen situaciones que constituyan desafíos para cada estudiante, promoviéndolos a observar, organizar datos, analizar, formular hipótesis, reflexionar, experimentar empleando diversos procedimientos, verificar y explicar las estrategias utilizadas al resolver un problema; es decir, valorar tanto los procesos matemáticos como los resultados obtenidos. (p. 187)

La enseñanza de esta área debe realizarse a través de la experiencia espacial concreta (sólidos, tableros, herramientas de medición, barras, etc.), por encontrarse los niños y niñas de primero a tercer grado en el estadio de las operaciones concretas, para poder reforzar y consolidar la comprensión intuitiva que poseen los niños y niñas de la matemática.

Del mismo modo, se requiere que para el aprendizaje de los conocimientos matemáticos, el enfoque evaluativo sea procesual y no se limite a una caracterización de aciertos y

errores; debido a que, como lo menciona Delazer (2005) citado en OCDE (2009) “la enseñanza mediante la estrategia conduce a una codificación más sólida de la codificación matemática que la enseñanza por repetición” (p. 161); es decir, que el aprendizaje elaborando estrategias que acompañen al alumno y evalúen sus progresos será más efectivo que la mera repetición de procesos.

Maya & Rivero (2010) desde el punto de vista educativo, proponen que la aproximación del estudiante a las matemáticas ha de estar basado en modelos que vayan de lo específico a lo general, de lo simple a lo complejo y, partiendo, en la medida de lo posible, de la experiencia. Es por ello que los docentes deben prestar gran atención a la evaluación que los alumnos van a recibir. Resulta negativo valorar como bueno tan solo las respuestas acertadas y, por el contrario, dar un mal feedback al alumno que no consigue la respuesta exacta. La mejor manera de evaluar un aprendizaje matemático es valorando el progreso y el razonamiento que el alumno ha realizado para llegar a su resultado. (p. 73)

### 3.2.8. Emociones y proceso enseñanza aprendizaje

Platón hace más de dos mil años ya planteaba que “todo aprendizaje tenía una base emocional” y es que, como lo mencionan Cole, Martin y Dennis en OCDE (2009) “las emociones dirigen (o interrumpen) los procesos psicológicos, como la habilidad de enfocar la atención, resolver problemas y mantener relaciones” (p. 99); es decir, que las emociones son los aspectos más relevantes a tener en cuenta en las aulas; ya que, son las que promueven o dificultan todo proceso de aprendizaje.

Todo proceso de aprendizaje, OCDE (2009) “es el resultado de su conexión con una emoción” (p. 38); si esta asociación se realiza con una emoción positiva el proceso de aprendizaje será exitoso; mientras que si se asocia a una emoción negativa el resultado será un fracaso. Un ambiente seguro y con un ambiente emocional positivo propiciará el proceso de aprendizaje, por el contrario un ambiente en el cual el niño o niña se enfrente

a situaciones de agresión, miedo o violencia será el primer impedimento de un proceso de aprendizaje.

#### 3.2.8.1. El estado de alerta relajado, la motivación y el aprendizaje

Caine y Caine (1997) citado en Salas R. (2003) explica que dentro de los tres elementos surgidos de los principios del aprendizaje basado en el cerebro se encuentra el denominado 'estado de alerta relajado', el cual consiste en el poder mantener un ambiente desafiante para el alumno, un ambiente lleno de retos que demanden de él cierto nivel de estrés; pero, que no llegue a ser perjudicial.

El estrés debe ser entendido como una emoción generada, como lo sostiene Soriano et. al. (2007)

El intento del organismo de restablecer el equilibrio homeostático y de adaptarse a unas situaciones biológicas y/o psicológicas y/o sociales, consistentes en un conjunto de cambios en el ámbito fisiológico (alteraciones de diferentes sistemas del organismo) y psicológico (alteraciones de percepciones y cogniciones), donde interactúan los sistemas nervioso, endocrino e inmunitario. (p. 321)

Maya & Rivero (2010) sostienen que “los estados de estrés o miedo perjudican al aprendizaje. Un moderado nivel de estrés resulta positivo para el mantenimiento del estado de alerta y de la atención.” (p. 47). Es decir, como se menciona en OCDE (2009), que “algún nivel de estrés es esencial para una adaptación óptima a los desafíos ambientales y puede llevar a una mejor cognición y aprendizaje” (p. 100); pero más allá de este nivel las emociones negativas pueden detener el proceso de aprendizaje.

La atención es requisito indispensable para el aprendizaje y como algún nivel de estrés es necesario para generar ese estado de alerta relajado necesario en las aulas. Al generarse niveles de estrés el organismo libera cortisol, como en el caso de la práctica de deporte, como lo mencionan Mc Ewen y Sapolsky en OCDE (2009) “más deporte más niveles adecuados de cortisol y se incrementa la memoria”. (p. 102). Por el contrario, niveles

excesivos de estrés, Maya & Rivero (2010) pueden llegar a disminuir la neurogénesis, reducir la plasticidad cerebral y provocar la disminución del control de las emociones.

El 'estado de alerta relajado' puede generarse a través de varias estrategias, una de ellas es el propiciar el rol participativo como una condición esencial del aprendizaje significativo, como se menciona en OCDE (2009) "la participación puede resumirse como el compromiso de un individuo dentro de una acción dada... es el resultado directo del proceso de motivación del individuo para comportarse de cierta manera o perseguir una meta en particular". (p. 41)

Es esa motivación la que impulsa la actuación de la persona frente a una situación.

Maya & Rivero (2010) "la motivación (que puede ser intrínseca o extrínseca) es la que mantiene la conducta orientada hacia el objetivo, es un proceso interno en el que participan variables de todo tipo (personales: biológicas, psicológicas, cognitivas, emocionales...; sociales, ...) sobre las que se puede incidir para poder mejorar y potenciar los aprendizajes." (p. 69)

Es la motivación intrínseca la que subyace a cualquier aprendizaje efectivo y la que permite lo que CSIKSENTMIHALYI (1990) mencionado en OCDE (2009) describe como 'flujo' "un estado mental en el cual la persona está intrínsecamente motivada a aprender, caracterizado por un foco energizado, involucramiento pleno y satisfacción óptima" (p. 109); lo que es el resultado de una actividad interesante, desafiante y significativa.

Todo educador debe lograr según Salas R. (2007) "que sus alumnos alcancen no sólo rendimientos cognoscitivos sino también logros afectivos" (p. 136); es decir, que vivencien el gozo de aprender: ya que, como menciona Bruno de La Chiesa en Maya & Rivero (2010) "las emociones positivas que derivan del aprendizaje pueden resultar tan placenteras y motivadoras que animen al individuo a seguir aprendiendo, lo que el autor denomina el 'orgasmo intelectual'."(p. 46)

Maya & Rivero (2010) sostiene que los estados de motivación o desmotivación no suelen ser permanentes y durante una clase (no digamos durante un día de clase) un alumno puede pasar por varios. Un ambiente escolar positivo en

lo verbal y lo no verbal, atractivo, con integración entre las personas potencia el funcionamiento del hemisferio izquierdo y se liberan endorfinas placenteras que refuerzan la conducta. El cerebro recibe su recompensa de la propia información, de la novedad, de la curiosidad y de lo relevante, es decir, del propio conocimiento. Igualmente la «experiencia de haber entendido» resulta especialmente motivadora y estimulante. Todo esto constituye la motivación intrínseca que se ha de potenciar en la educación (en casa y en la escuela).  
(p. 69)

#### 3.2.8.2. Neuronas espejo y clima socioemocional en las escuelas

Los niños asimilan mejor lo que imitan, los humanos somos talentosos especialmente en imitar. Giacomo Rizzolatti descubrió en 1996 la existencia de neuronas espejo, neuronas que se activaban cuando se ve a otros realizar una tarea.

Como se menciona en OCDE (2009) actualmente los neurocientíficos están trabajando con la hipótesis de que somos capaces de comprender las acciones de otras personas (y quizá sus sentimientos) porque cuando los vemos ejecutando estas acciones y (teniendo sentimientos especiales) nuestras neuronas espejo podrían ser activadas, haciéndonos sentir como si, en efecto, nosotros estuviéramos haciendo eso (o teniendo esos sentimientos)  
(p. 262)

Este hallazgo debería tomar en cuenta el papel del profesor logrando que éste identifique métodos que más impactan a su grupo de alumnos y cómo sus acciones también impactan sobre éste. Según OCDE (2009) “el aprendizaje del manejo de las

propias emociones es una de las habilidades más importantes y claves que se deben desarrollar para poder ser aprendiz eficaz.” (p. 99).

Una herramienta que se pudiera utilizar en las escuelas es la programación Neurolingüística (PNL), la cual consiste en poder empoderar al niño y niña de habilidades que les permitan la consecución de los objetivos que se plantean llegando, como sostiene Gómez G. (2007) a “aprender ‘gozando’ el aprendizaje, utilizando simultáneamente la mente lógica, el cuerpo y la mente creadora, en otras palabras, el cerebro y el cuerpo integralmente” (p. 38) Para ello se deben tener en cuenta los ambientes que generamos y cómo estos afectan las ondas cerebrales de los niños y niñas.

Como se explica en Gómez G. (2007) el cerebro produce tres clases de ondas: Las ondas beta, se producen generalmente en estado de alerta y son las llamadas ondas de acción; mientras que las ondas alfa son “las que se producen cuando las personas están en alerta pero relajadas y permiten que el cerebro descanse y aprenda mejor” (p. 42) y las ondas delta son las producidas durante el sueño profundo.

Los docentes debemos aspirar a que nuestros niños y niñas aprendan a aprender logrando desarrollar todo su potencial y podremos realizarlo si se propician ondas alfa dentro de los salones de clase; es decir, generando un ambiente sugestivo y no amenazante ante los errores, un ambiente relajado y que permita el movimiento. Esas ondas alfa las lograremos y mantendremos si en el aula no sólo estamos atentos a los objetivos de aprendizaje y las estrategias que debemos plantear para lograrlos; sino también a estos aspectos explicados en Gómez G. (2007):

- La autoestima de los niños y niñas: pues la actitud que se tiene frente al aprendizaje determinará el éxito del mismo y la PNL sostiene que es el profesor quien debe fomentar en los niños y niñas la idea de la inexistencia del fracaso, pues sólo se dan pasos hacia él.
- La inteligencia individual: el respetar las diferencias individuales y el ayudar a equilibrar las fortalezas y limitaciones ayuda a que cada niño y niña tenga mayor confianza y se desarrolle con mejores perspectivas de sí mismo.
- La imaginación y sugestión: a través del lenguaje oral como gestual del docente ir acunando en ellos pensamientos que los lleven a tener claras las metas a lograr y aprovechar la gran imaginación que tienen los niños y niñas de 6 a 8 años para desarrollar ideas innovadoras y que permitan el aprendizaje.

- La cooperación: se debe promover en las aulas los trabajos cooperativos que ayuden a los niños y niñas a relacionarse mejor y a construir una verdadera convivencia democrática a través de la experiencia diaria como lo sostiene el DCN.
- Los objetivos de aprendizaje: especificar a los niños y niñas los objetivos que se desean lograr para que puedan ver su importancia y trabajen en torno a ellos.

### 3.2.8.3. Construcción del cerebro social

Según Moya-Albiol et. al. (2010) el término empatía fue introducido por Theodore Lipps al hablar de la 'imitación interior' que realizaban los sujetos respecto a las personas que les rodeaban y además sería la fuente del aprendizaje moral surgiendo como una respuesta a una determinada situación emocional que otra persona está viviendo en ese momento.

Para Moya-Albiol et. al. (2010) "la respuesta empática incluye la capacidad para comprender al otro y ponerse en su lugar a partir de lo que se observa, de la información verbal o de la información accesible desde la memoria (toma de perspectiva), y la reacción afectiva de compartir su estado emocional, que puede producir tristeza, malestar o ansiedad." (p. 90)

Se ha descubierto que son las neuronas espejo las que se encuentran involucradas en la comprensión de la conducta de otras personas, es decir, que son las responsables de la respuesta empática, evidenciándose este hecho debido a estudios realizados por Gazzola et.al. mencionado en Moya et. al. (2010), donde se menciona que "los individuos con mayor empatía han mostrado tener una mayor activación del sistema motor de las neuronas espejo que los de puntuaciones bajas". (p. 91)

Teniendo en cuenta esta premisa, el desarrollo de la empatía en los niños de 6 a 8 años podría ayudar a sentar las bases de una adecuada socialización y por ende, del desarrollo de la inteligencia emocional según las características propias de esas edades.

Por ello es que la enseñanza y el manejo de las emociones dentro del aula son tan importantes; ya que, como se menciona en OCDE (2009):

La autorregulación es otra de las destrezas o habilidades comportamentales y emocionales más importantes que los niños y niñas necesitan en sus ambientes sociales. La capacidad de controlar sus impulsos a fin de postergar la gratificación también es parte importante de la regulación emocional. La autorregulación de las emociones en el contexto social educacional es un importante escalón en el desarrollo de un niño para convertirse en un adulto responsable y exitoso. (p.104)

Michel Posner define el manejo de las emociones en OCDE (2009) como el “esfuerzo de control” (p. 106) que consiste en la capacidad que tiene los niños para poder controlar y autorregular su comportamiento en los diferentes ambientes en los cuales interactúan, debiendo inhibir, atender o estimular ciertas conductas según los cambios que se suceden en el ambiente; debido a que, como se menciona en Sousa et. al (2011) en un ambiente con pobre o ninguna regulación emocional podría afectar la capacidad de aprendizaje de los estudiantes al evidenciarse conductas impulsivas y dificultad para pensar en forma flexible.

Una forma de ayudar a desarrollar la autorregulación emocional en las escuelas es como se menciona en Sousa et. al (2011) simplemente “hablando de las emociones” (p. 158), pudiendo identificarlas, discutir acerca de ellas y realizando el modelado de estrategias de respuesta adecuadas socialmente ante cada una de ellas; puesto que, como se menciona en Sousa et. al (2011):

Los niños son capaces de aprender a controlar sus reacciones emocionales mediante el uso de la corteza prefrontal (Macklem, 2010). Una reacción emocional puede ser revertida a través de la práctica y la formación cuando la corteza prefrontal es capaz de anular la respuesta inicial dentro de la amígdala. (p. 161)

Los niños que son capaces de utilizar su corteza prefrontal ante una situación de miedo o agresividad, podrán responder ante ella con calma y de forma eficaz; en conclusión, habrán sido capaces de autorregular sus emociones y, por ende, podrán desenvolverse eficazmente en la sociedad.

## **CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES**

### **4.1. DISCUSIÓN:**

Esta investigación tuvo como propósito identificar y describir los aportes de las neurociencias que se relacionan con el proceso de enseñanza y aprendizaje. Sobre todo aquellos aspectos neurológicos estudiados por las neurociencias, como son la organización anatómica y funcional del sistema nervioso central y la plasticidad neuronal; así como, también los aspectos emocionales, especificando entre ellos las neuronas espejo y el cerebro emocional estudiados por las neurociencias y que se relacionan con el proceso de enseñanza aprendizaje. A continuación se discutirán los principales hallazgos realizados en torno a este estudio.

De la información obtenida a través de la presente investigación respecto a la organización anatómica y funcional del sistema nervioso, se puede deducir que existe una relación entre el conocimiento y comprensión de la forma en la que desarrollan las funciones cognitivas superiores y la organización de cualquier proceso de enseñanza aprendizaje. Dicho conocimiento permitiría que se comprenda cómo se realizan estas funciones cognitivas a nivel neurológico y cuál sería la mejor forma en la que pueden desarrollarse en las aulas de clases. Por ejemplo, sería muy importante que los docentes entendieran que la percepción es una construcción personal y activa entre los estímulos y los individuos y; que la percepción es dependiente de los conocimientos que posee el individuo y de la cantidad de información que posean los estímulos. De esta manera los docentes podrían organizar experiencias y diseñar materiales que se adecúen a estas características. De igual manera la atención depende de la estimulación generada en el entorno y al tratarse de niños entre los 6 y 8 años se debe estimular el desarrollo de esta

función y potenciarla en beneficio del niño o niña. La memoria es otra función a la cual debe brindársele la debida importancia por el papel que juega la misma para el desarrollo motor, de la identidad de las personas y desarrollo del lenguaje.

Otro hallazgo realizado en el presente estudio es la estrecha relación entre la plasticidad neuronal y el aprendizaje, por ser el aprendizaje en sí mismo un proceso de plasticidad neuronal; el cual consiste en la transformación de las diversas estructuras del sistema nervioso a través de la generación de nuevas redes o sistemas neuronales que transmiten la información recibida mediante la interconexión de sinapsis entre las neuronas. Esta premisa nos permitiría comprender la gran capacidad de aprendizaje que poseemos los seres humanos y además la importancia de la interrelación entre los conocimientos previos y los nuevos conocimientos, la necesidad de crear entornos adecuados en las escuelas en donde se promuevan experiencias significativas de aprendizaje y que tengan en cuenta las necesidades e intereses de los alumnos; en donde se posibilite su participación activa, lo cual permitiría el desarrollo aprendizajes significativos dependiendo más de las experiencias a las que se exponen a los individuos que de los periodos sensibles en los que se encuentran.

Un aspecto importante también reafirmado por las neurociencias es la utilización del juego como una estrategia de aprendizaje al comprender la importancia que tiene el juego en el desarrollo de múltiples aprendizajes, siendo este la estrategia más indicada para poder aprender; debido a que, posibilita el flujo entre las neuronas, las cuales se encuentran en ese momento disponibles para múltiples asociaciones y, además permite también relacionarse con los otros al entablar relaciones sociales y posibilitar el establecimiento de vínculos afectivos.

Gracias a este estudio se ha podido conocer lo beneficioso que resulta el movimiento en los ambientes de aprendizaje al incrementar gracias a él la oxigenación del cerebro y por ende, el desarrollo de la plasticidad neuronal al estimular la neurogénesis y la memoria a largo plazo; así como promover la mejora del estado de ánimo y la disminución del estrés brindando un espacio para el esparcimiento y el desarrollo de adecuadas relaciones en el aula lo que promueve climas emocionales adecuados. Así mismo, reafirmar desde el punto de vista de las neurociencias, la importancia que tienen los organizadores gráficos como una herramienta de enseñanza aprendizaje al permitir observar claramente los objetivos y pasos necesarios a realizar durante una tarea. La utilización de los organizadores gráficos en las aulas de clase posibilitaría la generación de conexiones

entre la nueva información y los conocimientos previos que poseían los niños y niñas al exponer información a través de redes de ideas interconectadas entre sí.

El desarrollo del lenguaje implica varias áreas del sistema nervioso y que además como sugieren los neurocientíficos se debe desarrollar a través de un enfoque equilibrado que aborde el lenguaje global; que parte de textos con significado completo que estimulan la comprensión de la información por parte de los estudiantes, y también que apunte al conocimiento del aspecto fonético, lo que permitiría un mejor desarrollo de la lectura. En cuanto a la escritura, el desarrollo de la misma dependería de la estimulación ambiental y la utilidad que se pueda darle a la misma estableciendo experiencias reales de comunicación en donde puedan utilizar su creatividad e imaginación.

Así también se explica desde la base de las neurociencias cómo se deberían desarrollar los conocimientos matemáticos explicándose que estos implican varias regiones cerebrales y que según los hallazgos realizados son dependientes de las experiencias a las cuales está expuesto el individuo. Además se debe tener en cuenta que las habilidades matemáticas se desarrollan en forma disociable; es decir, que no dependen unas de otras, lo cual supone que los niños y niñas pueden presentar habilidades o déficits en ciertos aspectos y no en otros, por ello se necesita flexibilizar el pensamiento docente respecto a este tema. El desarrollo de las habilidades pertenecientes a esta área necesitan de la organización de experiencias desafiantes para los niños y niñas y; que además les permitan, especialmente en los grados de primero a tercer de primaria, el poder relacionarse con material educativo que propicie relaciones concretas y en los que puedan solucionar situaciones problemáticas que se reflejan en sus entornos; por lo que se debe entender que no todos los hallazgos realizados por las neurociencias son novedosos, sino que muchos de ellos sólo reafirman aquellos conocimientos ya descubiertos y propuestos por pedagogos hace muchos años.

Por otro lado se ha logrado evidenciar que todo aprendizaje posee base emocional, que se requieren de emociones que impulsen el aprendizaje; pero, debe tenerse en cuenta que, aunque se necesita niveles moderados de estrés que impulsen a los niños y niñas a atender y desarrollar actividades en torno a un objetivo, éste no debe sobrepasar los límites y llegar a provocar situaciones de miedo y exceso de presión que sólo llegarán a interrumpir los aprendizajes. En las escuelas se deberían crear ambientes desafiantes para los estudiantes, en donde se conviva en un estado de alerta relajado que motive intrínsecamente la participación activa de los estudiantes hacia el desarrollo de los

objetivos planificados y se pueda llegar a disfrutar el aprendizaje al satisfacer su curiosidad y haber aprendido algo nuevo.

El descubrimiento de las neuronas espejo ha abierto gran interés en la comprensión del funcionamiento de este sistema de neuronas y su relación con la empatía y la generación de relaciones sociales en las escuelas; primero por la importancia que tiene la empatía en las relaciones dentro de las escuelas tanto entre los alumnos y también de los docentes hacia sus alumnos como para poder comprender las diferentes emociones surgidas dentro de los ambientes educativos. El sistema de neuronas espejo podría llevar a los niños y niñas a imitar modelos inadecuados de conductas, por lo que sería necesario que los docentes conozcan este sistema y la relevancia que tienen sus actitudes frente a sus alumnos. Una de las tareas docentes más importantes a propiciar en las aulas es un clima emocional en donde se fomenten ondas alfa, a través de la generación de autoestima positiva al reconocer las características personales de cada uno de los niños y niñas y por ende, se puedan propiciar relaciones interpersonales de cooperación y respeto entre ellos y para con los docentes.

Otro aspecto básico dilucidado mediante esta investigación es la importancia del control o manejo de emociones que debe desarrollarse en los niños y niñas a estas edades y que posibilita su autorregulación emocional en ambientes sociales y; además, también puede afectar su capacidad de aprendizaje. El desarrollo de la autorregulación emocional podría ser reforzada en las aulas a través de estrategias como el identificar las emociones y la presentación de modelos de respuestas socialmente adecuadas ante situaciones que les provocan estados de tensión, miedo o agresividad. El buen desarrollo del control emocional o autorregulación posibilitaría a los niños y niñas flexibilidad de pensamiento y una adecuada adaptación social lo que les permitiría desenvolverse eficazmente en la sociedad que conformen.

Estos resultados impulsa nuevas investigaciones al respecto acerca de las diferentes prácticas educativas realizadas a lo largo de los años y que sin saberlo tienen bases neuronales y; a la vez, poder identificar aquellas prácticas docentes que van en contra de todos los hallazgos realizados por las neurociencias en torno al proceso de enseñanza aprendizaje para poder ser desterradas del ámbito educativo. Es importante además, poder analizar los planes de estudio de las Universidades y centros de formación de pregrado docente así como de los sílabos establecidos en estas instituciones para poder conocer la formación que reciben los futuros maestros respecto a los diversos aportes de las neurociencias a los procesos de enseñanza aprendizaje y evidenciar si son actuales y

si se basan en fuentes adecuadas y no sólo en mitos generados por una inadecuada información; lo cual beneficiaría a los alumnos de aquellos futuros docentes y por ende centraría las bases de un cambio en la visión de la educación en nuestro país.

#### **4.2. CONCLUSIONES:**

De la presente investigación se desprenden una serie de conclusiones relevantes no tan sólo para poder comprender la relación existente entre los aportes realizados por las neurociencias y el proceso enseñanza aprendizaje; sino, incluso, que permitirán valorar el nivel de coherencia entre las prácticas docentes establecidas dentro de las aulas escolares y la forma en la que se desarrolla y aprende el cerebro.

4.2.1. Las neurociencias constituyen un conjunto de ciencias cuyo aporte son muy valiosos para el establecimiento de prácticas de enseñanza aprendizaje acordes con la forma en la que se desarrolla y aprende el cerebro al brindar información acerca de las condiciones en las cuales los aprendizajes pueden ser más efectivos, posibilitando de esta forma la aplicación de prácticas educativas más adecuadas en los ambientes educativos.

4.2.2. Las posibilidades que apertura el conocimiento de la organización anatómica y funcional del sistema nervioso supone una gran ayuda para la toma de decisiones adecuadas por parte de los docentes; pues, es partir del conocimiento de los sistemas funcionales y de los procesos mediante los cuales se desarrollan las funciones cognitivas superiores que se podrán tomar decisiones pertinentes acerca de las estrategias y materiales de enseñanza aprendizaje y herramientas acordes con la forma en que el cerebro reacciona ante los estímulos, teniendo en cuenta que deben resultar significativos y mostrar ser un desafío para los alumnos; es decir generar motivación por aprender.

4.2.3. Todo proceso de aprendizaje genera cambios estructurales en el cerebro y es; por lo tanto, un proceso de plasticidad cerebral que debe ser aprovechado en los ambientes educativos teniendo en cuenta que aunque los niños y niñas estén predispuestos a desarrollar ciertas habilidades como la lectura y escritura por

encontrarse expectantes a estos aprendizajes, los docentes no deben olvidar que si no reciben un adecuado estímulo y si no se respeta su necesidad de relacionarse con los objetivos de aprendizaje a través de experiencias concretas les será más difícil aprender, porque para hacerlo necesitan enfrentarse a experiencias de aprendizaje que les resulten significativas y que satisfagan alguna necesidad o interés propio que los motive intrínsecamente a desear aprenderlo.

4.2.4. La aplicación de organizadores gráficos dentro de las aulas de clase como una herramienta para la enseñanza aprendizaje, resulta muy importante, pues permiten la organización de los conocimientos y la generación de redes de ideas que posibilitan que el niño y la niña pueda observar claramente los objetivos de aprendizaje y conozca los pasos a dar para poder aprender. Así mismo, la utilización de organizadores gráficos facilitaría la tarea de relacionar los conocimientos nuevos con los previos pues son en sí mismos una red interconectada de ideas.

4.2.5. La organización de proyectos educativos como herramientas de aprendizaje en las aulas proporciona la oportunidad de desarrollar activamente una información; debido a que, su formulación parte de la realidad, de los intereses y necesidades propias del niño y niña, posibilitando la aplicación de estos nuevos conocimientos, lo que supone que los objetivos de aprendizajes resulten significativos para los estudiantes y además sean funcionales; es decir, que los motiven a desear aprenderlos.

4.2.6. El juego debe ser considerado como la estrategia básica para el aprendizaje debido a que posibilita, no sólo el desarrollo de diversas habilidades en el niño y la niña al encontrarse las neuronas listas para múltiples conexiones, lo que posibilitaría múltiples aprendizajes; sino también, el desarrollo de su creatividad e imaginación. Al mismo tiempo, el juego también permite a los estudiantes el relacionarse con otros desarrollando su socialización al enfrentarse a situaciones que representan relaciones sociales y le posibilitarán aprender respuestas socialmente adecuadas.

4.2.7. El movimiento o ejercicio físico debe ser tomado con la debida importancia dentro de la escuelas; por ser una actividad que al oxigenar el cerebro lo prepara para el aprendizaje y le permite a los niños y niñas contar con un espacio de recreo que los relaja emocionalmente y, a la vez les brinda un espacio para retomar energía y generar cohesión de grupo. Por ello, en todas las escuelas debe motivarse la práctica de rutinas de ejercicios que pueden ser también aprovechadas para aprender o reforzar algunos contenidos de clase.

4.2.8. El aprendizaje del lenguaje debe darse por medio de la exposición del niño y niña a situaciones comunicativas reales y completas; es decir, frente a textos con sentido completo y que respondan a sus intereses; pero, de igual forma debe tenerse en cuenta que es muy necesario no dejar de lado el desarrollo del aspecto fonético, para lo cual la labor docente sería la de acompañar todo este proceso a través de la evaluación formativa.

4.2.9. El aprendizaje de las habilidades matemáticas deben tener en cuenta el nivel de maduración y desarrollo de los niños y niñas y; por ende, utilizar para tal fin situaciones reales, que sean desafiantes para cada uno de los alumnos y que utilicen materiales concretos que ayuden a los niños y niñas a construir estos aprendizajes por ser complejos al necesitar activarse varias zonas cerebrales. Además es muy importante que los docentes comprendan que la deficiencia o habilidad en una determinada área o habilidad matemática no determina esa misma característica en otra; por ello, deben procurar flexibilizar su pensamiento y posibilitar que sus evaluaciones y categorizaciones acerca de los alumnos no sean determinantes y se brinden las oportunidades necesarias para que sus alumnos puedan aprender.

4.2.10. Las emociones son un aspecto básico para el desarrollo de aprendizajes, pues son las que determinan el desarrollo de los mismos; por ello, es necesario enfrentar a los niños y niñas a situaciones que les sean desafiantes; pero sin llegar a generar niveles excesivos de estrés que limitarían los aprendizajes. Para lo cual, una importante tarea de los docentes es el crear y mantener ambientes

emocionalmente adecuados en las aulas, promoviendo situaciones que generen convivencia armoniosa y actividades que estimulen la creatividad y el deseo por aprender en sus estudiantes.

4.2.11. El conocimiento del sistema de neuronas espejo en las aulas ayuda a comprender el porqué de muchas de las situaciones emocionales y sociales que se viven a diario en las escuelas; por ello, sería muy importante que cada docente analice su propia actuación para poder identificar los modelos de comportamiento que configura en sus alumnos y también para promover situaciones en las cuales se vaya desarrollando la empatía en cada uno de sus estudiantes, iniciándose este proceso con el adecuado control de las emociones en los niños y niñas a estas edades.

### **4.3. RECOMENDACIONES**

Teniendo en cuenta todos los aportes obtenidos en torno a la presente investigación y conociendo de la situación de la realidad educativa peruana, es que se proponen las siguientes sugerencias:

4.3.1. El Estado Peruano teniendo como ente responsable al Ministerio de Educación debería elaborar un plan de capacitación a los docentes que les permita conocer los aportes que las neurociencias brindan al campo educativo para ayudarles a mejorar sus prácticas y se puedan desarrollar procesos de enseñanza aprendizaje más acordes con la forma en la que el cerebro aprende y se desarrolla. A la vez que se podrían conocer y eliminar algunos de los neuromitos que aún se mantienen como conocimientos aceptados.

4.3.2. Se deberían revisar los currículos de las universidades e institutos de enseñanza de pregrado para poder identificar aquellos aspectos de las neurociencias que se están enseñando a los futuros docentes y evitar de esta manera que se mantengan neuromitos a lo largo del tiempo y se pueda realizar una verdadera transformación de la visión educativa en nuestro país.

4.3.3. Cada docente al conocer la forma en cómo se desarrollan las diferentes funciones en el sistema nervioso podría enseñar basándose en el cerebro sin tener que modificar tanto sus prácticas pedagógicas, puesto que debería crear ambientes emocionalmente seguros, propiciar la creatividad de sus alumnos permitiéndoles la expresión de sus ideas y la construcción personal de sus aprendizajes, posibilitando espacios para el juego y la actividad física y planificando actividades que sean novedosas y respondan a intereses de los alumnos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2006). Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. (5ª ed.). Episteme. Caracas
- British Neurosciencie Asociation (2003). Neurociencia. La ciencia del cerebro. Una introducción para jóvenes estudiantes. Liverpool
- Baéz, J. (2009). Investigación Cualitativa. ESIC Editorial. España.
- Barrios R. & De Barrios O. Avances de las neurociencias. Implicaciones en la educación. Agenda Académica Volumen 7, Nº 2, Año 2000. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos. <http://www.virtual.unal.edu.co>
- Battro, A. (2012). Neuroeducación: el cerebro en la escuela. *La pizarra de Babel. Puentes entre neurociencia, psicología y educación. Buenos Aires: El Zorzal.*[Links].
- British Neuroscience Association (BNA) (2008). La ciencia del cerebro. Una introducción para jóvenes estudiantes. The Sherrington Buildings. Liverpool
- Campos, A. Neuroeducación: Uniendo las neurociencias y la educación en la Búsqueda del desarrollo humano. Revista digital La Educación. OEA. Junio 2010.  
Recuperado en  
[http://www.educoea.org/portal/la\\_educacion\\_digital/laeducacion\\_143/articles/neuroeducacion.pdf](http://www.educoea.org/portal/la_educacion_digital/laeducacion_143/articles/neuroeducacion.pdf)
- Campos, A. (2010). Primera Infancia: Una mirada desde la Neuroeducación. OEA/OEC.  
Recuperado en  
<http://web.oas.org/childhood/ES/Paginas/Recursos/Bibliografia.aspx#.UgZAiNLry8B>
- Canales, R. (2011). Asociación entre el desarrollo de factores neuropsicológicos, procesos cognitivos y niveles de lectura en niños de diferente nivel

socioeconómico del Callao. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - Perú

Candelario, N. (2010). La Neurociencia Integrada en el Diseño Universal para el Aprendizaje de estudiantes con discapacidades. Universidad Metropolitana. San Juan – Puerto Rico.

Cardinali, D. (2007). Neurociencia aplicada. Sus fundamentos. Editorial médica Panamericana. Argentina.

Castro M. (2014). Aprendizaje activo y corteza motora: el valor de aprender haciendo. Revista Descubrir el Cerebro y la mente N° 78 pp. 38-41.

CONFERENCIA MUNDIAL SOBRE EDUCACIÓN PARA TODOS. Declaración mundial sobre educación para todos. Recuperado en <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001275/127583s.pdf>

Contreras. J. (1994) Enseñanza, Currículum y profesorado. Introducción crítica a la didáctica. Ediciones Akal S.A. Segunda edición. Madrid España.

CONSEJO NACIONAL DE EDUCACIÓN (2006). Proyecto Educativo Nacional al 2021. Recuperado en <http://www.minedu.gob.pe/DelInteres/xtras/PEN-2021.pdf>

Cotto, J. (2009). El aprendizaje del cerebro y la educación preescolar. Universidad Metropolitana. San Juan – Puerto Rico.

Encalada,V. & Reino,M. (2013). Evaluación neuropsicológica de los niños y niñas del nivel inicial. Universidad de Cuenca .Ecuador

FORO MUNDIAL SOBRE LA EDUCACIÓN. Informe Final Dakar 2000. Recuperado en <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001211/121117s.pdf>

Fresquet J. (2005). Thomas Willis (1621 - 1675). Recuperado en <http://www.historiadelamedicina.org/pdfs/willis.pdf>

Fundación española para la Ciencia y la Tecnología (FEYCT). (2007). Viaje al universo neuronal. División de Impresión. España.

Gálvez J. (2001). Método y técnicas de aprendizaje. Teoría y práctica. Cuarta edición. Gráfica Norte. Perú.

Goio M. et. al. (2012). Cerebro y Memoria. Ministerio de Educación de la Nación. Argentina.

Gómez G. (2007). Optimicemos la educación con PNL Programación Neurolingüística: su aplicación práctica en el trabajo docente. Trillas. México.

Gonçalves T. (2011). El sujeto neuronal: Aportes para una pedagogía de la posibilidad. XII Congreso Internacional de Teoría de la Educación. Universitat de Barcelona. Recuperado en <http://www.cite2011.com/Comunicaciones/Neurociencia/160.pdf>

Gonzales J. (1997). Evolución histórica de la relación mente cerebro. Pontificia Universidad Católica de Chile. Cuadernos de Neurología volumen XXII. Recuperado el 14 de octubre de 2014 en [http://escuela.med.puc.cl/publ/cuadernos/1997/pub\\_06\\_97.html](http://escuela.med.puc.cl/publ/cuadernos/1997/pub_06_97.html)

Gubin A. (en prensa). Nobel de medicina: un cambio de paradigma en la comprensión humana. Recuperado en <http://www.lagranepoca.com/33398-nobel-medicina-2014-cambio-paradigma-comprension-humana>

Gurney J. (en prensa). Myths about the brain 'hamper effective teaching'. Recuperado en <http://www.telegraph.co.uk/education/educationnews/11164312/Myths-about-the-brain-hamper-effective-teaching.html>

Hernández R., Fernandez C. & Baptista P. (2006). Metodología de la investigación. Mc Graw-Hill, México. Cuarta edición.

Hipócrates (400 a.C). Sobre la enfermedad sagrada traducido por Francis Adams.

Recuperado en <http://classics.mit.edu/Hippocrates/sacred.html>

Howard J. et. Al. (2011). Neurosciencie and education: Issues and opportunities. A commentary by the Teaching and Learning Research programme. Recuperado en

<http://www.tlrp.org/pub/documents/Neuroscience%20Commentary%20FINAL.pdf>

Izaguirre, M.(2011). La aplicación de conocimientos neurocientíficos en el aula y la mejora de la calidad percibida del servicio educativo. Universidad San Martín de Porres. Lima-Perú.

Jensen, E. (2005) Teaching with the brain mind. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development. Recuperado en

<http://mail.stei.itb.ac.id/~ssarwono/KU1073/.buku/Teaching.With.the.Brain.in.Mind-0871202999.pdf>

Jiménez M. (en prensa). Los científicos hallan una nueva parte del cerebro humano.

Recuperado en [http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2014-01-30/los-cientificos-hallan-una-nueva-parte-del-cerebro-humano\\_82858/](http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2014-01-30/los-cientificos-hallan-una-nueva-parte-del-cerebro-humano_82858/)

Jiménez C. (2000). Cerebro creativo y lúdico. Hacia la construcción de una nueva didáctica para el siglo XXI. Cooperativa Editorial Magisterio. Colombia.

Kandel E., Jessell T &.Schwartz J. (2001). Principios de Neurociencia. Mac Graw Hill, España.

Learning lands scapes. (2011). Mind, Brain and Education: Implications for educators.

Recuperado en <http://www.learninglandscapes.ca/archives>

Ley general de educación N° 28044, 17 de julio de 2013. Recuperado en

[http://www.minedu.gob.pe/p/ley\\_general\\_de\\_educacion\\_28044.pdf](http://www.minedu.gob.pe/p/ley_general_de_educacion_28044.pdf)

Lillo C., López M., Vargas A., Vargas M. (2012). El papiro médico Edwin Smith y su trascendencia médica y odontológica. Rev. méd. Chile vol.140 no.10 Santiago oct. 2012 pp 1357-1362. Recuperado en [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872012001000020&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872012001000020&script=sci_arttext)

Luria A. R. (1984). El cerebro en acción. Ediciones Martínez Roca. Barcelona, España.

Macmillan, J. & Schumacher, S. (2005). Investigación educativa: Una introducción conceptual. Pearson Adisson Wesley Edition. Madrid.

Maya N. & Rivero S. (2010). Conocer el cerebro para la excelencia en la educación. Innobasque. España.

Meléndez K. (2010). ¿Qué teorías y prácticas de las neurociencias pueden mejorar el desempeño académico de los estudiantes con problemas específicos de aprendizaje en los niveles de Kinder a tercero? Universidad Metropolitana. San Juan – Puerto Rico.

MINEDU (2014). Unidad de Medición de Calidad Educativa. Resultados de la Evaluación Censal de Estudiantes de Segundo grado. Recuperado en <http://umc.minedu.gob.pe/?p=1850>

MINEDU (2013). Pisa 2012: Primeros resultados. Informe Nacional del Perú. Recuperado en [http://www2.minedu.gob.pe/umc/PISA/Pisa2012/Informes\\_de\\_resultados/Informe\\_PISA\\_2012\\_Peru.pdf](http://www2.minedu.gob.pe/umc/PISA/Pisa2012/Informes_de_resultados/Informe_PISA_2012_Peru.pdf)

MINEDU (2013). Rutas del aprendizaje Fascículo 1 III Ciclo. Recuperado en <http://www2.minedu.gob.pe/digesutp/formaciondeformadores/?p=279>

MINEDU (2013). Unidad de Medición de Calidad Educativa. Resultados de la Evaluación Censal de Estudiantes de Segundo grado. Recuperado en <http://umc.minedu.gob.pe/?p=1418>

MINEDU (2012). Marco del Buen Desempeño docente. Recuperado en [http://www.minedu.gob.pe/n/xtras/marco\\_buen\\_desempeno\\_docente.pdf](http://www.minedu.gob.pe/n/xtras/marco_buen_desempeno_docente.pdf)

MINEDU (2009). Diseño Curricular Nacional. Recuperado en <http://ebr.minedu.gob.pe/pdfs/dcn2009final.pdf>

MINEDU (2007). Nuevos paradigmas educativos. Serie 1 fascículo 5. Recuperado en [http://sistemas02.minedu.gob.pe/archivosdes/fasc\\_ped/01\\_pedg\\_d\\_s1\\_f5.pdf](http://sistemas02.minedu.gob.pe/archivosdes/fasc_ped/01_pedg_d_s1_f5.pdf)

MINEDU (2003). Ley general de educación 28044. Recuperado en [http://www.minedu.gob.pe/p/ley\\_general\\_de\\_educacion\\_28044.pdf](http://www.minedu.gob.pe/p/ley_general_de_educacion_28044.pdf)

Moya-Albiol L., Herrero N., Bernal M. (2010) Bases neuronales de la empatía. Artículo de la revista Neurol 50. Recuperado en [www.neurologia.com](http://www.neurologia.com)

OCDE (2009). Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science. Centre for Educational Research and Innovation. Traducido por Ediciones UCSH.

PREAL. Informe de Progreso Educativo Perú 2010. Recuperado en <http://www.grade.org.pe/upload/publicaciones/archivo/download/pubs/MB-Informe%20Progreso%20Educativo%202010.pdf>

Rodríguez, I. (2005). Técnicas de investigación documental. México, D.F.: Trillas.

Rosler R. ¿Por qué el ejercicio y el cerebro son aliados en el aprendizaje? Revista Descubrir el cerebro y la mente. Asociación Educar. Número 77 pp. 46 – 53.

Saavedra, M. (2001). Aprendizaje basado en el cerebro. Artículo publicado en la revista de Psicología de la Universidad de Chile volumen X, N° 1, pp. 141-150. Recuperado en [www.revistapsicologia.uchile.cl/index.php/RDP/article/.../18559/19592](http://www.revistapsicologia.uchile.cl/index.php/RDP/article/.../18559/19592)

Salas E. (2008). Estilos de aprendizaje a la luz de la Neurociencia. Cooperativa Editorial Magisterio. Colombia.

Salas E. (2003). ¿La educación necesita realmente de la neurociencia? Ensayo publicado en la revista Estudios Pedagógicos N° 29, pp. 155-171. Recuperado en [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07052003000100011](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052003000100011)

Sandín M. (2003). Investigación Cualitativa en Educación. Fundamentos y Tradiciones. Madrid. Mc Graw and Hill Interamericana de España.

Smith E. & Kosslyn S. (2007). Cognitive Psychology: mind and brain. Pearson Education. Spain. Tomo I

Snell R. (2003). Neuroanatomía clínica. 5ª edición. Editorial Médica Panamericana. Argentina

Soriano C., Guillazo G. Redolar D., Torras M. & Vale A. (2007). Fundamentos de Neurociencia. Editorial UOC.

Sousa et al (2011). Mind, brain and education: Implications for educators. Vol. 5 No. 1. Learn editorial. Canada.

Strauss A. y Corbin J. (2002). Teoría fundamentada. Colección Contus. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.

Vera L. La investigación cualitativa. Recuperado en <http://www.ponce.inter.edu/cai/>

Yorio A. (2010). El sistema de neuronas espejo: evidencias fisiológicas e hipótesis funcionales. Revista Argentina de Neuroc n°24. Recuperado en [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-15322010000400007](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-15322010000400007)