

# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**



**DIRECCIÓN GENERAL DE POSTGRADOS**

**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN ESPECIAL**

**Tesis previa a la obtención del título de:  
Grado de Magíster en Educación Especial**

**ESTUDIO DEL GRADO DE MADUREZ NEUROPSICOLÓGICA  
EN NIÑOS DE TERCER AÑO DE EDUCACIÓN BÁSICA  
DE LA ESCUELA EXPERIMENTAL "QUINTILIANO SÁNCHEZ"  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, 2012**

**AUTORA: CAROLINA TURRIAGA EGUIGUREN**

**DIRECTORA: Elka Vargas, Mstr.**

**Quito, Abril 2014**

## **CERTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE DE AUTORÍA DEL TRABAJO**

Yo, Carolina Turriaga, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional.

Además; y, que de acuerdo a la Ley de propiedad intelectual, el presente Trabajo de Investigación pertenecen todos los derechos a la Universidad Tecnológica Equinoccial, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Carolina Turriaga

C.I.: 170417846-4

**INFORME DE APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**  
**APROBACIÓN DEL DIRECTOR**

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el (la) señor (señorita) Carolina Turriaga, previo a la obtención del Grado de Especialista (Magíster) en Educación Especial, considero que dicho Trabajo reúne los requisitos y disposiciones emitidas por la Universidad Tecnológica Equinoccial por medio de la Dirección General de Posgrado para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal examinador que se designe.

En la Ciudad de Quito, a los treinta y un días del mes de Marzo del 2014.

---

Elka Vargas, Mstr.

C.I.: 170766082-3

## DEDICATORIA

A mi madre cuyo ejemplo fue el mayor impulso para seguir adelante en mi formación profesional y que los planes de Dios no han permitido que este conmigo en este momento.

***Carolina***

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por su Infinita Bondad en permitirme culminar la maestría.

A mi tutora Elke por su guía y orientación pero sobre todo su amistad.

A mis compañeras que hicieron de este tiempo un espacio de amistad y camaradería.

***Carolina***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>xii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>3</b>
<b>1 EL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA O INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN .....	5
1.4 OBJETIVOS .....	6
1.4.1 General.....	6
1.4.2 Específicos .....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
1.6 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>8</b>
<b>2 MARCOS DE REFERENCIA</b> .....	<b>8</b>
2.1 MARCO DE REFERENCIA .....	8
2.2 MARCO TEÓRICO .....	9
2.2.1 Desarrollo del Sistema Nervioso .....	9
2.2.1.1 Formación del Sistema Nervioso durante el período prenatal.....	9
2.2.1.2 Desarrollo del sistema nervioso a partir del nacimiento .....	23
2.2.2 Áreas de rendimiento neuropsicológico.....	32
2.2.2.1 Capacidad cognitiva .....	32

2.2.2.2	Funciones ejecutivas .....	32
2.2.2.3	Atención .....	42
2.2.2.4	Memoria .....	44
2.2.2.5	Lenguaje.....	46
2.2.2.6	Visopercepción .....	49
2.2.2.7	Habilidades psicomotoras .....	51
2.2.3	Trastornos específicos del aprendizaje .....	54
2.2.3.1	Dislexia.....	54
2.2.3.2	Disfasia.....	55
2.2.3.3	Discalculia .....	57
2.2.3.4	Apraxia. Dispraxia .....	58
2.2.3.5	Disfemia .....	59
2.2.3.6	Otros.....	60
2.2.4	Evaluación Neuropsicológica .....	64
2.2.4.1	Concepto .....	64
2.2.4.2	Objetivos .....	65
2.3	MARCO CONCEPTUAL.....	66
2.4	MARCO LEGAL.....	67
2.5	MARCO TEMPORAL, ESPACIAL.....	68
2.6	SISTEMA DE HIPÓTESIS.....	68
2.7	SISTEMA DE VARIABLES.....	69
2.7.1	Conceptualización .....	69
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>70</b>
<b>3</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>70</b>
3.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	70
3.2	TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.....	70
3.3	MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	70
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	70
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	71
3.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	72
3.6.1	Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Escolar (CUMANES).....	72

3.6.2	Objetivos del test.....	72
3.6.3	Finalidad.....	74
3.6.4	Ámbitos de aplicación.....	75
3.6.5	Contenido y Estructura.....	76
3.7	FUENTES.....	80
3.8	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	80
3.9	CONFIABILIDAD DE VALIDEZ DE INSTRUMENTO.....	81
3.9.1	Confiabilidad.....	81
3.9.2	Validez.....	81
3.10	PRUEBA PILOTO.....	81
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>83</b>
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>83</b>
4.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	83
4.1.1	Población.....	83
4.1.2	Lenguaje.....	85
4.1.3	Leximetría.....	89
4.1.4	Visopercepción.....	91
4.1.5	Función Ejecutiva.....	92
4.1.6	Memoria.....	93
4.1.7	Ritmo.....	96
4.2	LATERALIDAD.....	97
4.2.1	Índice de desarrollo neuropsicológico (IDN).....	99
4.3	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	100
<b>CAPÍTULO V.....</b>		<b>102</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>102</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	102
5.2	RECOMENDACIONES.....	102
<b>CAPÍTULO VI .....</b>		<b>104</b>
<b>6</b>	<b>PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>104</b>

6.1	PRESENTACIÓN .....	104
6.2	OBJETIVOS DE LA PROPUESTA .....	104
6.2.1	Proponer estrategias para promover la lectura en los niños .....	104
6.3	JUSTIFICACIÓN .....	104
6.4	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA PROPUESTA .....	105
6.5	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....	106
6.5.1	Estructural .....	106
6.5.2	Funcional .....	106
6.6	FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA.....	108
6.6.1	Recursos Materiales.....	108
6.6.2	Recursos Financieros.....	108
6.6.3	Talentos Humanos .....	108
6.6.4	Legal.....	109
6.7	EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....	109
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>110</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>117</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Funciones de las glías.....	31
Tabla 2. Clasificación de los signos neurológicos menores .....	63
Tabla 3. Operacionalización de Variables .....	71
Tabla 4. Distribución de la población de acuerdo a edad y sexo .....	83
Tabla 5. Distribución de la población de acuerdo a sexo e Índice de desarrollo neuropsicológico (IDN) .....	84
Tabla 6. Distribución de la población de acuerdo a la lateralidad. Paralelo "A" .....	97
Tabla 7. Distribución de la población de acuerdo a la lateralidad. Paralelo "B" .....	98

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de comprensión audioverbal.....	85
Gráfico 2. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de comprensión de imágenes.....	86
Gráfico 3. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de fluidez fonológica .....	87
Gráfico 4. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de fluidez semántica .....	88
Gráfico 5. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de comprensión lectora .....	89
Gráfico 6. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de velocidad lectora .....	89
Gráfico 7. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de escrituraaudiognósica .....	90
Gráfico 8. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de visopercepción .....	91
Gráfico 9. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de función ejecutiva (tiempo).....	92
Gráfico 10. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de función ejecutiva (errores).....	93
Gráfico 11. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de memoria verbal .....	94
Gráfico 12. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de memoria visual.....	95
Gráfico 13. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de ritmo .....	96
Gráfico 14. Porcentaje del Índice de desarrollo neuropsicológico (IDN).....	99

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cuaderno de anotación individual. CUMANES .....	118
--	-----

## RESUMEN

Este estudio pretendió determinar el grado de madurez neuropsicológica de niños de tercer grado de Educación Básica del Centro Experimental “Quintillano Sánchez”, mediante la obtención de un índice de desarrollo neuropsicológico. Se hizo una investigación descriptiva transversal con una población de 48 niños, a los cuales se les aplicó como instrumento de evaluación el Cuestionario de madurez neuropsicológica escolar (CUMANES). El resultado fue que el 51% de la población tiene un nivel bajo de madurez neuropsicológica y que la función mental con mayor dificultad es la del lenguaje en todas sus áreas de evaluación. La función de ritmo tuvo un nivel bajo de madurez en el 73% de la población. Mientras que la función de visopercepción se encuentra en un nivel alto de madurez. En cuanto a la función ejecutiva los niños se demoraron más en realizar la prueba pero con menos errores en su ejecución. La lateralidad manual está bastante definida y todavía en pocos casos existe indefinición en la lateralidad ocular.

Palabras clave: madurez neuropsicológica, lenguaje, ritmo, visopercepción, ritmo, memoria, lateralidad.

## **ABSTRACT**

This study tried to determine the degree of neuropsychological maturity of children of third Basic degree of Education of the Center “Quintillano Sanchez”. A cross-sectional descriptive investigation with a population became of 48 children, to whom the Questionnaire of scholastic neuropsychological maturity was applied to them like evaluation instrument (CUMANES). The result was that 51% of the population has a low level of neuropsychological maturity and that the mental function with greater difficulty is the one of the language in all its areas of evaluation. The rate function had low level maturity in 73% of the population. Whereas the visoperception function is in a high level of maturity. As far as the executive function the children were delayed more in making the test but with fewer errors in their execution. The manual laterality enough is defined and still with few cases of indefinición in the ocular laterality exists.

Key words: neuropsychological maturity, language, rate, visoperception, rate, memory, laterality

## INTRODUCCIÓN

Cuando un niño tiene un grado deficiente de madurez neuropsicológica, presenta retraso madurativo, que significa que aquel niño no está maduro para realizar con éxito el aprendizaje, y por lo tanto presentará dificultades de aprendizaje (DA), lo que en muchas ocasiones se traduce en fracaso escolar, situación en la que el sujeto no alcanza las metas esperables para su nivel de inteligencia, de manera tal que ésta se ve alterada repercutiendo en su rendimiento integral y en su adaptación escolar.

Según Mialaret (2005), los retrasos en el desarrollo de la maduración perceptivo-motriz y de las nociones espaciales afectarían específica y fundamentalmente a la adquisición de la lectura y la escritura aunque incidirían también sobre el resto de los aprendizajes académicos y sobre la propia adaptación a la escuela.

El cerebro realiza una secuencia ordenada y sistemática de desarrollo a nivel estructural y funcional que reflejan los cambios cognitivos y de comportamiento que caracterizan el paso de la infancia a la niñez, luego a la adolescencia y de esta a la adultez. No todas las funciones cognitivas se desarrollan paralelamente y esto coincide con la variabilidad en los períodos máximos de maduración en las diferentes áreas corticales.

En el proceso de desarrollo, la maduración del sistema nervioso central requiere de una secuencia de procesos más compleja que otras estructuras nerviosas, haciendo a este sistema particularmente vulnerable a influencias del ambiente, principalmente durante la edad preescolar y escolar, generándose por medio de la interacción entre el ambiente y el sistema nervioso cambios a nivel funcional y estructural, tales como la adquisición de las habilidades cognitivas básicas y el conocimiento de la cultura, además de lograr internalizar los patrones conductuales, motivos y valores de un contexto sociocultural particular.

Uno de los estudios más significativos sobre Evaluación de la madurez neuropsicológica en preescolares en América Latina fue realizado por Alfonso

Urzúa y colaboradores<sup>1</sup>. Los resultados les permitieron validar el instrumento en cuanto a su capacidad de diferenciar entre rangos de edad, y por lo tanto asegurar que mientras más edad tiene el niño mejor es su rendimiento. No se encontraron diferencias en cuanto al sexo, pero sí en factores como nivel socioeconómico y tipo de institución educacional.

La finalidad del presente estudio es evaluar el Grado de Madurez Neuropsicológica, en niños de tercer año de educación básica de la “Escuela Experimental “Quintiliano Sánchez”, utilizando el Cuestionario de madurez neuropsicológica escolar (CUMANES), diseñado para realizar una evaluación neuropsicológica de un amplio repertorio de funciones mentales superiores que influyen de manera determinante en los procesos de aprendizaje y conducta infantil.

Es un estudio descriptivo, transversal con todos los niños matriculados en el tercer año de Educación Básica del año lectivo 2012-2013, tanto del paralelo “A”, como del paralelo “B”. El tipo de fuentes utilizadas en la investigación son de origen primario y secundario. La técnica utilizada es la valoración y observación por medio del CUMANES que permite valorar de un modo extenso el desarrollo cognitivo de los niños entre 7 y 11 años en seis dominios o áreas diferentes: Lenguaje, visopercepción, función ejecutiva, memoria ritmo y lateralidad.

El grado de madurez neuropsicológica en la población del estudio es bajo en un 51%, seguido de medio con un 21% y muy bajo con un 17%.

En cuanto a las distintas funciones del neurodesarrollo, se evidencia que las áreas de visopercepción, función ejecutiva (errores) y memoria visual muestran altas puntuaciones; mientras que el área afectada con puntuaciones bajas es la del lenguaje y de éste la: comprensión audioverbal, fluidez semántica, la comprensión lectora, velocidad lectora y la escritura audiognósica. Y el área con perfil bajo en un porcentaje alto del 73% es ritmo.

---

<sup>1</sup> La muestra del estudio estuvo compuesta por 243 participantes, de los cuales 119 (49%) fueron hombres y 124 (51%) mujeres, los cuales fueron seleccionados de manera no aleatoria e intencionada de jardines infantiles pertenecientes a la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI) y también de Jardines Particulares de la ciudad de Antofagasta-Chile (2009)

# CAPÍTULO I

## 1 EL PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cuando un niño tiene un grado deficiente de madurez neuropsicológica, presenta retraso madurativo, que significa que aquel niño no está maduro para realizar con éxito el aprendizaje, y por lo tanto presentará dificultades de aprendizaje (DA), lo que en muchas ocasiones se traduce en fracaso escolar, situación en la que el sujeto no alcanza las metas esperables para su nivel de inteligencia, de manera tal que ésta se ve alterada repercutiendo en su rendimiento integral y en su adaptación escolar.

Algunas teorías y modelos explicativos atribuyen la causa de las DA a demoras o retrasos en la maduración de determinadas estructuras neurológicas o de determinadas funciones psicológicas, en estrecha vinculación con corrientes teóricas y de investigación clásica en Psicología Evolutiva que defienden el papel predominante de la maduración en el desarrollo.

El concepto de maduración posee varias connotaciones, según las cuales todo desarrollo estará esencialmente regulado por factores internos, mientras que otras teorías descartan la intervención de factores externos a la persona; a pesar de esta diversidad de opiniones en todas ellas se da una relativa coincidencia en lo esencial: la importancia que en el desarrollo se concede al aprendizaje y la edad cronológica como referente obligado. La edad es el indicador fundamental y con frecuencia el único para determinar el grado de maduración o disposición alcanzado y el principal factor discriminante para determinar si un aprendizaje debe o no iniciarse.

Por lo tanto, el alumno con DA se diferencia de sus compañeros por una mayor lentitud en el desarrollo lo que le dificulta, cuando no impide, el poder realizar los mismos aprendizajes y en el mismo período escolar. En ocasiones parece como si hubieran quedado fijados en una etapa del desarrollo.

En general, las diferentes teorías que intentan explicar las dificultades en el aprendizaje a partir de retrasos en la maduración neurológica vienen a señalar que el aprendizaje es una conducta compleja mediatizada por el cerebro y el SNC de tal manera que ignorar el papel fundamental desempeñado por la estructura y el funcionamiento cerebral en la teoría del aprendizaje equivaldría a construir una abstracción desprovista de los elementos esenciales. Los retrasos madurativos de origen neurológico se refieren a alteraciones que afectan a la estructura cerebral o solamente a su funcionamiento y que en ambos casos tienen consecuencias sobre el desarrollo y los aprendizajes escolares.

Según Mialaret (2005), los retrasos en el desarrollo de la maduración perceptivo-motriz y de las nociones espaciales afectarían específica y fundamentalmente a la adquisición de la lectura y la escritura aunque incidirían también sobre el resto de los aprendizajes académicos y sobre la propia adaptación a la escuela. Otros aspectos del desarrollo en los que los niños con DA suelen mostrar retraso madurativos son: Coordinación dinámica general, motricidad gruesa y fina, motricidad buco-facial y ocular. Coordinación visomanual, relaciones espaciales y posiciones en el espacio, etc.

Cosano y Sánchez (2000) en su artículo “¿Qué son realmente las dificultades de aprendizaje?”, señalan como un elemento definitorio de estas dificultades una pauta desigual en el desarrollo. Los problemas de aprendizaje no se deben a retraso mental o a trastornos emocionales. En definitiva, sólo resulta procedente hablar de dificultades de aprendizaje cuando se hace referencia a niños que tienen un cociente intelectual normal, o muy próximo a la normalidad, o incluso superior, su ambiente socio-familiar es normal, no presentan déficits sensoriales ni afecciones neurológicas significativas, y su rendimiento escolar es manifiesta y reiteradamente insatisfactorio.

Como se señaló anteriormente las DA muchas veces se traducen en fracaso escolar. En España, según Menéndez (2004), muchas son las causas que pueden originar un fracaso escolar. Las más importantes son los trastornos de aprendizaje y los trastornos emocionales. Las cifras varían según los diferentes estudios, pero son aproximadamente las siguientes: sólo un 2% se debe a factores intelectuales. Alrededor de un 29% de fracaso se debe

tanto a trastornos de aprendizajes, entre los que destaca por su importancia la dislexia. Aproximadamente la misma proporción se debe a factores emocionales de todo tipo, y un preocupante 10 % lo ocupa en este momento el trastorno más estudiado en España en psicología infantil en los últimos años: TDAH, o trastorno de déficit de atención con hiperactividad.

En Ecuador según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en la Encuesta de Empleo, Desempleo y Subempleo entre las razones de la no asistencia a establecimientos educativos de la población entre 5 a 17 años está el fracaso escolar, el cual se ha ido incrementando, así en el 2006 era de un 2,5% y en el 2011 fue del 4,1%. Según Ayora (2012) ante el fracaso escolar la prevención y los procesos de ayuda e intervención psico-pedagógica son esenciales en los niños y educandos de todo el Sistema Educativo Nacional.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo incide la determinación del grado de madurez neuropsicológica en la estructuración de la intervención temprana en niños de tercer año de Educación Básica de la Escuela Experimental “Quintiliano Sánchez”?

## **1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA O INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el grado de madurez neuropsicológica en niños tercer año de Educación Básica de la Escuela Experimental “Quintiliano Sánchez”?

¿Qué es madurez neuropsicológica?

¿Cuáles son las fases del desarrollo madurativo?

¿Qué es retraso madurativo?

¿Cuáles son las causas de retraso madurativo?

¿Cuáles son efectos del retraso madurativo en el niño escolar?

¿Qué es intervención temprana?

¿Qué elementos funcionales y estructurales debe contener una guía de intervención temprana?

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 General**

- Determinar el grado de madurez neuropsicológica en niños de tercer año de Educación Básica de la Escuela Experimental “Quintiliano Sánchez”.

### **1.4.2 Específicos**

- Caracterizar a la población de acuerdo a edad y género.
- Relacionar el género con el nivel de desarrollo neuropsicológico.
- Identificar el nivel de madurez en funciones como: lenguaje, memoria, visopercepción, función ejecutiva, ritmo y lateralidad.
- Estructurar procesos de intervención temprana en niños de tercer año de la Escuela Experimental “Quintiliano Sánchez”, con retraso madurativo.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En el reglamento de la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), en el Título VI. De la Evaluación, calificación y promoción de los estudiantes, en el Capítulo II. De la Evaluación de los subniveles de inicial 2 y preparatoria, en el artículo 192. De la promoción se declara “Los estudiantes en el nivel de Educación Inicial y en el subnivel de Preparatoria, serán promovidos automáticamente al grado siguiente” Esto significa que todo niño de 6 años independientemente de si está o no preparado llegará al primer año de educación básica.

Este artículo fue la principal motivación para la realización del presente trabajo de investigación ya que este decreto en vez de beneficiar al niño en esta etapa tan crucial de su desarrollo lo que hace es perjudicar su aprendizaje futuro. Si un niño no tiene el grado suficiente de madurez neurológica o lo que es lo mismo no tiene un adecuado desarrollo en ciertas funciones mentales, no tendrá un adecuado rendimiento cognitivo. Por esto, una evaluación de la madurez neuropsicológica en esta etapa permitirá poner los correctivos necesarios que faciliten la normalización y la mejoría de su eficiencia cognitiva.

La presente investigación determina el grado de madurez neuropsicológica de los niños de tercer año de educación básica de la Escuela Experimental “Quintiliano Sánchez”, con el fin de emitir un diagnóstico individual, y por lo tanto estructurar la intervención oportuna en los casos que ameriten y así ayudar a superar retrasos madurativos que repercuten directamente en el aprendizaje de estos niños.

## **1.6 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación es de utilidad para la toda la comunidad educativa del Centro Experimental “Quintiliano Sánchez”, y en especial para los niños ya que evalúa el grado de madurez y del rendimiento cognitivo en funciones mentales como: lenguaje, memoria, visopercepción, función ejecutiva, ritmo y lateralidad. A su vez brinda a los docentes una orientación educativa de estos niños que a pesar de estar en una escolaridad normal, pueden presentar dificultades de aprendizaje, y puedan diseñar programas de intervención neuropsicopedagógico, para que estos niños culminen con éxito su año escolar y no presenten problemas durante su educación básica.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCOS DE REFERENCIA

#### 2.1 MARCO DE REFERENCIA

Uno de los estudios más significativos sobre Evaluación de la madurez neuropsicológica en preescolares en América Latina fue realizado por Alfonso Urzúa, Miguel Ramos, Carolina Alday, Alejandro Alquinta<sup>2</sup>. Esta investigación tuvo una muestra de 243 infantes (119 niños y 124 niñas), de edades comprendidas entre 36 y 72 meses, pertenecientes a instituciones públicas y privadas; se evaluaron las propiedades psicométricas del Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil CUMANIN. Los resultados les permitieron validar el instrumento en cuanto a su capacidad de diferenciar entre rangos de edad, y por lo tanto asegurar que mientras más edad tiene el niño mejor es su rendimiento. No se encontraron diferencias en cuanto al género, pero sí en factores como nivel socioeconómico y tipo de institución educacional.

Otro estudio sobre madurez neuropsicológica fue realizado por Carlos Campo Ternera<sup>3</sup>, Rafael Tuesca Molina<sup>4</sup> y Lilia Campo Ternera<sup>5</sup>, sobre la relación entre el grado de madurez neuropsicológica y el índice de talla y peso en niños de 3 a 7 años escolarizados de estratos socioeconómicos dos y tres de la ciudad de Barranquilla, Colombia. En este estudio no se logró demostrar la asociación entre el peso y talla con el desarrollo neuropsicológico, principalmente porque hubo un bajo porcentaje de niños con alteraciones del peso y la talla. En cuanto a la evaluación neuropsicológica el estudio reveló un porcentaje de déficit de 19.7%, en contraste con un 22.9% con desarrollo medio adecuado para la edad.

---

<sup>2</sup> Profesores de la Escuela de Psicología, Universidad Católica del Norte. Antofagasta, Chile.

<sup>3</sup> Residente de Pediatría, División Ciencias de la Salud, Universidad del Norte. Barranquilla. Colombia.

<sup>4</sup> Docente, Departamento de Salud Pública, Universidad del Norte. Barranquilla (Colombia).

<sup>5</sup> Docente Programa de Psicología, Universidad Simón Bolívar. Barranquilla (Colombia).

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Desarrollo del Sistema Nervioso**

#### **2.2.1.1 Formación del Sistema Nervioso durante el período prenatal**

##### **a. El origen del sistema Nervioso**

El origen remoto del sistema nervioso se produce cuando un espermatozoide, del tamaño de tan solo 50-60 micrómetros, logra fecundar a un óvulo y formar así un cigoto. Doce horas después se produce la primera división celular del cigoto, y a partir de este momento se produce el proceso de embriogénesis, posibilitando la formación de todos los órganos y estructuras del organismo, incluyendo el sistema nervioso (Carlson, 2000).

El período prenatal consta de dos fases: embrionaria y fetal. La fase embrionaria abarca desde el momento de la fecundación hasta la 10ma. semana de gestación, mientras que la fetal se inicia a partir de este momento y finaliza en el nacimiento. Durante la fase embrionaria se pueden distinguir dos etapas diferenciadas:

- a. Etapa de placa, que abarca desde el momento de la fecundación hasta la 2da. semana de gestación.
- b. Etapa embrionaria propiamente dicha o embrión, que se prolonga entre la 3ra. y la 10ma. semana, y a partir de esta semana se sustituye el término de embrión por el de feto.

La duración del período gestacional en la especie humana debe ser superior a 37 semanas e inferior a 42, con una duración media de 40 semanas (280 días). Un embrión de 30 días mide 5 mm; a los 3 meses, 18 cm; a los 7 meses, 35 cm y al nacer 50 cm como media.

Las alteraciones en el desarrollo del embrión provocan déficits neurológicos y neuropsicológicos de gravedad variable, que pueden afectar a las funciones cognitivas, sensoriales o motoras. Los

trastornos que se producen durante la fase embrionaria generalmente son de mayor gravedad que las fetopatías, provocadas a partir del tercer mes de gestación ya que las primeras semanas de vida intrauterina resultan cruciales para formar las estructuras del sistema nervioso. Por esta razón, las embriopatías también suelen tener peor pronóstico, ya que pueden alterar la organogénesis del sistema nervioso, provocando malformaciones más severas (Goldstein, et. al. 1999).

Durante el período embrionario se produce un rápido desarrollo del embrión a lo largo de cuatro etapas consecutivas, denominadas mórula, blástula, gástrula y néurula, de tal modo que al final de la 4ta. semana de gestación ya se encuentran definidas las bases fundamentales del futuro sistema nervioso.

La mórula es un conglomerado indiferenciado de células que se inicia 24 horas después de la fecundación, momento en el que se produce la primera división celular. En esta etapa, la agrupación de células tiene un aspecto semejante al de un racimo de uvas o de pequeña mora, de ahí su denominación. Durante este período, las funciones celulares están indiferenciadas. La duración de la fase morularia es de 48 a 72 horas aproximadamente, finalizando el tercer día de gestación.

Entrada en la primera semana de embarazo se inicia la fase de blástula. El término procede del griego *blastos*, que significa capullo. A partir del 4to. día de gestación, el embrión empieza a producir dos tipos de células diferentes: unas forman la placenta y otras situadas en la cavidad interior, forman el embrión propiamente dicho. Al finalizar la primera semana, el blastocito se implanta en la pared uterina y las células placentarias se expanden a lo largo de dicha pared.

La gástrula es la tercera fase del proceso de formación del embrión y se produce durante la segunda semana gestacional. Al fin del proceso de gastrulación (formación del tubo), el embrión ya está constituido por tres estratos bien diferenciados: ectodermo, mesodermo y endodermo.

El ectodermo constituye la capa externa y forma el dorso del embrión, siendo el origen de la piel y del sistema nervioso. Todas las células nerviosas proceden del ectodermo, con la excepción de las microglías, que tienen procedencia mesodérmica.

El mesodermo o capa intermedia es el resultado del proceso de diferenciación que experimenta el ectodermo, como consecuencia de la migración de células situadas entre éste y la capa más interna del embrión, el endodermo. El mesodermo da origen a los tejidos óseo, cartilaginoso y muscular, así como a los riñones.

El endodermo es la capa más profunda del embrión y forma el área ventral del mismo, lo que da lugar al aparato digestivo, el respiratorio, la vejiga y la uretra. Cuando finaliza la fase de gástrula se pueden distinguir dos tipos de tejidos celulares en el embrión:

- a. Epiblasto, constituido por ectodermo, mesodermo y endodermo.
- b. Hipoblasto, encargado de dirigir el proceso de gastrulación, aunque posteriormente sus células, quedan activamente excluidas del embrión, pero forman el líquido amniótico, la placenta y el saco coriónico.

La néurula transcurre entre el final de la 2da. semana y el final de la 4ta., y este período es el origen definitivo del sistema nervioso. Los principales hitos que se producen en esta etapa son:

- Finalizando la 2da. semana gestacional, la superficie dorsal del ectodermo se transforma en tejido especializado que dará lugar al encéfalo y la médula espinal mediante un mecanismo transformador denominado proceso de inducción. Dicho proceso forma la placa neural y el canal neural, avanzando en dirección caudal. La placa neural es una falla o hundimiento que se produce a lo largo de la zona media de la superficie externa del embrión y está compuesta por unos 125.000 neuroblastos (Rains, 2004). De modo progresivo se irá invaginando hasta formar el canal neural, que finalmente se transformará en un tubo denominado neurotubo o tubo neural, en

cuyo interior se desarrollarán posteriormente las diferentes estructuras que constituyen el sistema nervioso.

- Durante la 3era. semana aparecen los primeros pliegues de neurotubo, llamados flexuras mesencefálicas. También se inicia el cierre del tubo neural por su parte media el 20vo. día de gestación, mientras que de manera simultánea se desarrollan las crestas neurales.
- En la 4ta. semana se produce el cierre definitivo del tubo neural por los neuroporos, que son los agujeros situados en ambos extremos del neurotubo. Primero se cierra el neuroporo dorsal, situado en el extremo del sector cefálico, el 25vo. día de gestación. Finalmente, el 27vo. día se cierra el neuroporo caudal situado en el extremo inferior del sector caudal; de esta manera queda definitivamente cerrado el neurotubo, por lo que se posibilita el desarrollo de las diferentes estructuras que constituyen el sistema nervioso.

Durante la fase de néurula se desarrolla el tubo neural, que dará lugar al sistema nervioso central (SNC), y también a las crestas neurales, que constituyen el origen del sistema nervioso periférico (SNP)

#### b. Formación del tubo neural y las crestas neurales

El tubo neural es una vesícula que constituye el origen del SNC y también induce la formación del mesodermo, por lo que sus malformaciones pueden afectar al normal desarrollo facial y craneal. Se encuentra dividido en dos partes: sector cefálico y sector medular.

- Desarrollo del sector cefálico

El sector cefálico está situado en la zona anterior o dorsal del embrión y consta inicialmente de tres vesículas o estrangulamientos del tubo neural, que, al diferenciarse, dan lugar a todas las estructuras del sistema nervioso central: prosencéfalo, mesencéfalo y rombencéfalo. Las tres vesículas incrementan su volumen de modo simultáneo y experimentan sucesivos plegamientos y flexuras

para facilitar el desarrollo posterior de las distintas estructuras que forman el encéfalo.

El prosencéfalo o cerebro anterior se divide en dos vesículas bien diferenciadas: telencéfalo y diencefalo. Mientras que el telencéfalo forma los dos hemisferios cerebrales, la vesícula diencefálica dará lugar a las estructuras que componen el diencefalo: tálamo, hipotálamo, subtálamo y epítálamo.

El mesencéfalo o cerebro medio también incrementa su volumen, pero no se divide, lo que da lugar al sector superior del tronco cerebral, que también recibe la denominación de mesencéfalo.

El rombencéfalo o cerebro posterior se divide en dos vesículas: el metencéfalo, que originará la protuberancia y el cerebelo y el mielencéfalo, que finalmente se transformará en el bulbo raquídeo, situado en la extremidad inferior del tronco cerebral, junto a la médula espinal. La denominación de mielencéfalo hace referencia a su aspecto blanquecino con elevada presencia de mielina, del griego *muelos*, que significa blanco.

En casos graves, la malformación de las vesículas del neurotubo, producirá deficiencias sensoriales, motoras o psíquicas de intensidad severa; en casos más leves provocará alteraciones que pueden afectar al desarrollo normal de los procesos cognitivos, aunque no produzcan trastornos neurológicos graves (Goldstein, et al. 1999).

El momento en el que se producen lesiones en el sistema nervioso en desarrollo condicionará la gravedad de los trastornos resultantes, siendo de mayor gravedad las malformaciones precoces ya que impiden la formación de las diferentes estructuras del sistema nervioso. La anencefalia es un ejemplo de trastorno severo en el desarrollo del sistema nervioso, caracterizado por la falta de desarrollo de los hemisferios cerebrales en el recién nacido (Goldstein, et al. 1999).

- Desarrollo del sector medular y las crestas neurales

El sector medular forma la mitad inferior o caudal del neurotubo, y constituye el origen de la médula espinal. A diferencia del sector cefálico, esta zona aumenta su tamaño, pero sufre muy pocas transformaciones en su morfología. En ambos lados de la médula espinal se desarrollarán los nervios espinales, que en número de 31 pares serán los responsables de conectar el sistema nervioso central con la periferia a través de cada uno de los 31 mielómeros o segmentos de que consta la médula espinal.

A partir de la 3era. semana se forman las crestas neurales, que son formaciones celulares que se desarrollan a los dos lados del tubo neural, dando origen al sistema nervioso periférico. De modo más concreto, las crestas neurales generan:

- Células ganglionares de la raíz dorsal de la médula espinal.
- Células ganglionares del sistema simpático.
- Células de Schwann, que formarán la vaina de mielina en el sistema nervioso periférico.

Las lesiones del sector medular del neurotubo pueden producir déficits sensoriales y motores, aunque las alteraciones en los procesos cognitivos siempre son de mayor gravedad si se ven alteradas las estructuras encefálicas. Las alteraciones precoces en el desarrollo del sector caudal del tubo neural pueden causar trastornos sensitivo-motores, al verse afectada la formación de la vaina de mielina, o el denominado proceso de mielogénesis. Un ejemplo de posible malformación es la poliomielitis, causada por una grave enfermedad vírica que atrofia el proceso de formación y el desarrollo de las vías piramidales del sistema nervioso periférico. Existen otras patologías por cierre defectuoso del sector caudal del tubo neural que tienen menor gravedad, como es el caso de algunas variedades de mielodisplasia. Una de ellas, denominada espina bífida, puede pasar desapercibida durante la infancia, o simplemente producir dificultades ligeras para el control de esfínteres (Cordon, et al. 2007).

### c. Neurogénesis del sistema nervioso

Para que el neurotubo pueda dar lugar a las estructuras del sistema nervioso resulta imprescindible que paralelamente se vaya incrementando el número de células nerviosas, tanto nerviosas como glías. Los sucesivos cambios que experimenta el neurotubo durante la fase embrionaria requieren el aporte de un número creciente de células nerviosas, y por esta razón, la velocidad de proliferación celular dentro del sistema nervioso es muy intensa, ya que en la 8va. semana de gestación el volumen de la cabeza constituye aproximadamente el 50% del tamaño total del embrión.

Más de la mitad de las neuronas que produce el sistema nervioso se asentarán finalmente en la corteza cerebral, mientras que un porcentaje menor lo hará en el cerebelo y en las restantes estructuras del sistema nervioso central y periférico.

El desarrollo del sistema nervioso durante el período prenatal se produce merced a la acción de cuatro mecanismos que, de modo combinado, permiten su modelamiento: proliferación, migración, diferenciación y muerte celular. De este modo, al final del proceso de neurogénesis el recién nacido dispondrá de un equipamiento neurobiológico suficiente para que los procesos cognitivos y comportamentales se puedan desarrollar de un modo normal, lo que facilita así el desarrollo de su propia identidad personal (Chávez, 2003).

- Proliferación

Consiste en el incremento del número de células nerviosas en el embrión. El proceso de proliferación celular dentro del sistema nervioso se desarrolla a partir de las células madre y recibe también la denominación de neurogénesis. Las células madres pertenecientes o no al sistema nervioso, se duplican para originar dos células hijas, generalmente mediante mitosis.

Todas las neuronas y neuroglías del sistema nervioso se originan a partir de las células madre periventriculares. Inicialmente la superficie interna del neurotubo desarrolla una capa de células que

dará lugar a los ventrículos. Las células madre están situadas permanentemente en las paredes ventriculares, en la denominada capa endimaria. La duplicación de las células madre para transformarse en dos células hijas también tiene lugar en la capa endimaria. Posteriormente las células filiales se desplazarán perpendicularmente desde las paredes ventriculares en dirección a la corteza cerebral para formar la placa cortical.

Cuando una célula precursora en división alcanza su último ciclo de división celular, da lugar a una célula posmitótica. Al llegar a la última división celular, las neuronas entran en intercesis, es decir, que a partir de ese momento ya no se vuelven a dividir, y su función se centra en la activación de los procesos metabólicos celulares.

En la mayoría de los mamíferos las células madre se muestran muy activas durante la fase prenatal. En la especie humana todas las neuronas del córtex cerebral se forman entre la 5ta. semana y el 5to. mes. Durante la fase embrionaria la velocidad de proliferación de nuevas células nerviosas es sorprendente, siendo su tasa de crecimiento de hasta 500.000 por minuto en las fases más álgidas. A partir del nacimiento puede seguir incrementándose el número de neuronas pero de un modo menos activo que en la fase prenatal.

Determinados factores genéticos o adquiridos (infecciones, intoxicaciones, trastornos metabólicos, etc.) pueden afectar a la proliferación celular. Una que sea defectuosa genera un número inadecuado de neuronas en el recién nacido y puede producir dos patologías de signo opuesto: microcefalia y macrocefalia, que suelen ir acompañadas de alteraciones neurológicas y neuropsicológicas de gravedad variable (Nelson, 2007).

- Migración

Es el proceso mediante el cual las células filiales resultantes de la división de las células madre se desplazan desde las paredes ventriculares hasta las zonas definitivas que van a ocupar en el córtex cerebral y en otras áreas del sistema nervioso. Este proceso

se desarrolla hasta el 6to. mes de vida intrauterina en el ser humano, aunque en otras especies animales, como la rata continúa activamente a partir del nacimiento. La migración es el paso previo necesario para facilitar el proceso de diferenciación celular dentro del sistema nervioso, una vez que se ha producido el nacimiento celular de las neuronas.

Durante la fase migratoria, las células nerviosas en desarrollo siempre están en movimiento, alejándose progresivamente de las áreas periventriculares donde se han originado, sin embargo, la migración no es un proceso fortuito, sino que se realiza habitualmente gracias a las glías radiales o células gliales radiales, identificadas inicialmente por Rakic en 1995. Estas son una modalidad de neuroglías que a modo de andamiaje establecen la ruta que debe dirigir a las células filiales hasta su destino definitivo dentro del sistema nervioso central. Una vez que han finalizado el proceso de ensamblado cortical, las glías radiales interrumpen sus funciones.

En el sistema nervioso periférico no hay glías radiales, por lo que su función es realizada por determinadas moléculas señalizadoras situadas en la matriz extracelular. En este caso la migración celular se lleva a cabo mediante un proceso de quimiotropismo que encamina a las nuevas neuronas hacia la superficie de las neuronas diana con las que van a establecer sinapsis. Las moléculas que guían a las células migratorias y a los axones en crecimiento reciben la denominación de moléculas de adhesión celular (MAC). A partir del nacimiento, las MAC también son responsables de la regeneración axonal en caso que se produzca una lesión.

Las células filiales resultantes de la división de las células madre, reciben el nombre de neuroblastos, que son células nerviosas primigenias cuyo definitivo asentamiento dentro del sistema nervioso está dirigido mediante programación genética, que también es responsable del establecimiento de conexiones dentro del cerebro. Los neuroblastos son las futuras células nerviosas que inicialmente

indiferenciadas se transformarán en neuronas o glías. Los neuroblastos que dan lugar a las glías también reciben la denominación de glioblastos.

Durante el proceso de migración, las capas más internas y profundas del córtex cerebral son las primeras en formarse: las neuronas nacidas más precozmente darán lugar a la capa VI (la más profunda), mientras que las que se dividen más tarde ocuparán la capa V y así sucesivamente. El córtex cerebral por lo tanto se ensambla de dentro afuera; las neuronas más “viejas” se sitúan en la capa VI y las más “jóvenes” lo harán en la capa I, que está situada bajo la piamadre.

Por esta razón, el tiempo de migración de las células nerviosas es progresivamente más largo, de modo que la capa VI sólo tarda unas cuantas horas en formarse, mientras que las neuronas corticales que forman la capa I, la más alejada de los ventrículos, tarda cinco días en alcanzar su objetivo final. Si experimentalmente se implantan células nerviosas durante la fase embrionaria, el estadio del ciclo celular en que se realice dicho trasplante afectará a su posición final, lo que demuestra que la capa cortical a la cual se destina una neurona está predeterminada genéticamente antes de que nazca una célula.

Dentro de cada área del sistema nervioso, en igualdad de condiciones siempre se formarán antes las neuronas de mayor tamaño, mientras que las más pequeñas lo harán a continuación. En el cerebelo, las neuronas de la capa de Purkinje, que son las mayores, siempre se forman antes que las restantes de las tres capas que constituyen el córtex cerebeloso. De igual modo, en el córtex cerebral, las grandes neuronas piramidales se formarán antes que otras de menor tamaño, como por ejemplo las granulares (Zuluaga, 2001).

La alteración en los procesos de migración puede provocar diversas malformaciones cerebrales que oscilan desde la letalidad hasta

diferentes grados de disfunción neurológica y neuropsicológica. Patologías como disgenesia del cuerpo caloso, heterotopia, lisencefalia o esquizoencefalia son la consecuencia de una defectuosa migración de las células nerviosas (Rains, 2004).

- Diferenciación

Es el proceso mediante el cual las células nerviosas, una vez que alcanzan sus asentamientos definitivos dentro del sistema nervioso, modifican su forma, adaptándola al lugar donde se encuentran y a la función que vayan a desempeñar. De esta se transformarán en células adultas, gracias a la expresión de determinados genes. La diferenciación celular es un fenómeno que implica dos procesos simultáneos:

1. Ubicación de las neuronas en sus asentamientos definitivos dentro del sistema nervioso.
2. Desarrollo de conexiones interneurales mediante sinapsis, o proceso de sinaptogénesis.

La diferenciación celular aporta el aspecto distintivo a cada una de las neuronas según qué regiones particulares ocupen, pero incluso antes de que las células nerviosas lleguen a sus asentamientos definitivos ya empiezan a modificar su aspecto. El proceso de diferenciación de las neuronas se inicia por la aparición de brotes o neuritas en las paredes de la membrana celular, que se transformarán en axones o en dendritas, sin que se conozca hasta el momento cuál es el mecanismo por el que los neuroblastos se convierten finalmente en neuronas o en neuroglías.

En paralelo a los cambios que adopta el citoplasma de las células nerviosas, las dendritas van incrementando progresivamente su número y tamaño, constituyendo el denominado árbol dendrítico. Es habitual que el crecimiento de las dendritas no finalice hasta que no se hayan desarrollado los axones aferentes con los que van a establecer conexiones. Se debe considerar la excepcional importancia que tienen las dendritas como principal

sistema neuronal para recibir estímulos-procedentes de otras neuronas, mediante un proceso que continúa activamente a partir del nacimiento. La diferenciación celular en el caso de las dendritas implica un aumento tanto cuantitativo como en su longitud para facilitar la transmisión nerviosa, en paralelo al desarrollo del axón.

A partir de un área del ectoplasma o espacio externo de la membrana neuronal empieza a emerger el axón y en su extremo se forma el cono de crecimiento, identificado inicialmente por Santiago Ramón y Cajal. El cono axónico dirige al axón hacia su destino, creciendo y desarrollándose mediante un plan genéticamente programado. A su vez, el aumento de tamaño del cono axónico va en paralelo con un intenso incremento en el volumen de los orgánulos contenidos en el citoplasma para atender más eficazmente las mayores demandas metabólicas del axón en crecimiento.

En el extremo distal del cono de crecimiento, la zona más alejada del cuerpo neuronal, se desarrolla un conjunto de láminas planas llamadas lamelipodios, que adquieren el aspecto de una manta raya. Sus extremos constan de unas terminaciones en forma de filamentos denominadas filopodios, que son las últimas responsables de establecer comunicación con otras neuronas produciendo las primeras sinapsis o sinapsis precursoras.

En el interior del axón se desarrollan activamente las neurofibrillas (neurotúbulos y neurofilamentos), que son el sistema de transporte de las moléculas químicas precursoras, imprescindibles para que se puedan producir las primeras sinapsis y las sucesivas. La interacción molecular que permite al cono crecimiento guiarse hasta su destino final se realiza mediante proteínas de reconocimiento y otras sustancias que están presentes en la membrana del cono de crecimiento, en otras neuronas o en la matriz extracelular.

El proceso de sinaptogénesis durante el desarrollo prenatal se desarrolla gracias a la acción de las moléculas de adhesión celular

(MAC), que son glicoproteínas que se encuentran, bien en la neurona emisora, bien en el espacio extracelular o en las células diana con las que se establecerán sinapsis. Hasta el momento han sido identificadas diversas MAC que intervienen en la creación de las sinapsis primigenias facilitando la conexión interneuronal. Entre ellas: agrina, cadherinas integrinas y netrinas.

Tanto el desarrollo del cono axónico como el establecimiento de nuevas sinapsis dentro del sistema nervioso están regulados por una amplia variedad de moléculas químicas cuyo objetivo final es dirigir al axón hacia su objetivo en la célula diana, en respuesta a la acción combinada de los genes y el ambiente. Su acción, por tanto, resulta imprescindible para que el cono axónico pueda establecer nuevas sinapsis con otras neuronas.

Una alteración en la secreción, síntesis o producción de dichas moléculas puede causar graves alteraciones en la morfogénesis cerebral. Determinados trastornos metabólicos, tóxicos, infecciosos o de otro tipo alterarían el establecimiento de sinapsis en el sistema nervioso. En algunas patologías neuropediátricas, así como en la deficiencia mental, se observa una sensible disminución en el árbol dendrítico de las células nerviosas, ya que las espinas dendríticas<sup>6</sup> tienen un menor grado de desarrollo comparativamente con las de niños de inteligencia normal (Goldstein, et al., 1999).

El mecanismo mediante el cual las neuronas, a través de sus conos axónicos, rastrean dentro del sistema nervioso para establecer nuevas conexiones sinápticas recibe el nombre de quimiotropismo. Se trata de un mecanismo doble, que actúa mediante atracción o repulsión. El quimiotropismo producido por atracción posibilita el establecimiento de nuevas sinapsis entre dos neuronas, mientras que el quimiotropismo por repulsión hace que determinadas moléculas desvíen o repelen a la neurona, la cual por este mecanismo alcanza finalmente su objetivo, evitando ensamblajes aberrantes. Cuando el cono axónico en crecimiento finalmente entra

---

<sup>6</sup> Protuberancias de las dendritas que permiten la formación de nuevas sinapsis.

en contacto con su objetivo se colapsa, formando una sinapsis estable.

- Muerte celular

Durante el desarrollo embrionario, se producen más células nerviosas y sinapsis de las que finalmente van a necesitarse, asegurando de esta manera un buen funcionamiento del sistema nervioso. Para que el número de neuronas y sinapsis sea el adecuado, es necesaria la destrucción de las células y conexiones innecesarias. Se estima que entre el 20 y el 80% de las células producidas por el sistema nervioso mueren durante la fase prenatal (Lyon y Evrard, 2005).

La muerte celular es un proceso crucial e imprescindible durante el desarrollo cerebral, especialmente en la fase embrionaria, como mecanismo de regulación del crecimiento cerebral. Hay dos tipos de muerte celular: la necrosis y la apoptosis. La muerte celular pasiva o necrosis se produce en todos los sistemas celulares, siendo un proceso de eliminación de células por lesión, enfermedad o envejecimiento. La muerte celular activa recibe la denominación de apoptosis, que viene de una palabra griega que significa “caer fuera de lugar”, también llamada muerte celular programada. Es un mecanismo imprescindible para el sistema nervioso, ya que, si todas las neuronas producidas en número excesivo sobrevivieran, se podrían establecer conexiones sinápticas aberrantes que interferirían en el funcionamiento normal de la actividad nerviosa. Por esta razón, la apoptosis es un proceso de esculpido del sistema nervioso que permite que únicamente sobrevivan las conexiones y neuronas necesarias, eliminando las restantes.

La apoptosis elimina neuronas y sinapsis inadecuadas, facilitando el normal funcionamiento de las sinapsis dentro del sistema nervioso. Un proceso anómalo de apoptosis puede provocar malformaciones en el sistema nervioso durante la fase prenatal. De hecho, un porcentaje significativo de abortos espontáneos se debe a trastornos causados por una deficiente apoptosis. Esta muerte celular

programada es un proceso natural que refleja la competencia entre factores tróficos, permitiendo que se establezca una correspondencia correcta entre el número de neuronas presinápticas y postsinápticas. El principal factor que regula la muerte neuronal es la pugna entre neuronas, que compiten entre sí para establecer conexiones con las estructuras diana. Únicamente las que logran establecer sinapsis adecuadas se mantienen, mientras que aquellas que no disponen del lugar adecuado para formar uniones sinápticas finalmente mueren. En las células diana hay moléculas químicas especializadas, que envían mensajes a determinadas neuronas con las que deben establecer conexiones, mientras que las neuronas que no reciben estímulos terminan destruyéndose.

Durante el proceso de apoptosis permanecerán con más probabilidad las sinapsis y neuronas que se han formado antes, mientras que tienen mayores posibilidades de desaparecer las que lo han hecho más tardíamente. La apoptosis no solo permite el adecuado desarrollo de las estructuras corporales, sino que facilita la eliminación de las células perjudiciales para el organismo. Una alteración en el proceso normal de apoptosis está relacionada con patologías tales como la corea de Huntington, el Alzheimer o determinadas modalidades de cáncer (Rogaev, 1995).

### **2.2.1.2 Desarrollo del sistema nervioso a partir del nacimiento**

#### **a. Características evolutivas del cerebro**

Aunque determinados animales más corpulentos como el elefante o la ballena tienen un peso cerebral superior al del ser humano, la proporción existente entre el peso cerebral y el total generalmente es menor en las especies animales que en la especie humana. La razón por la que los animales más grandes tienen un mayor peso cerebral es el mayor desarrollo de las áreas primarias sensitivo-motoras, aunque este hecho no implica un mayor desarrollo de las áreas asociativas.

Esta realidad inspira el principio de la masa apropiada, según el cual la cantidad de tejido neural responsable de una función particular es equivalente a la cantidad de procesamiento que requiere dicha función. Por esto en la especie humana la mayor parte del cerebro corresponde a áreas asociativas, responsables de los procesos cognitivos más complejos. Para llevar a cabo las funciones mentales más delicadas, el 92% de la corteza cerebral humana está formada por seis capas (neocórtex), mientras que tan sólo un 8% es de procedencia más antigua (paleocortex), a diferencia de otras especies animales, que poseen una proporción menor de neocorteza cerebral (Felipe, 2005).

Para evaluar la proporción existente entre el peso cerebral y el peso total del animal, se establece el cociente de encefalización (CE), que relaciona el peso cerebral con el peso corporal. Dentro de las especies animales son los delfines los que tienen un CE más elevado mientras que otros mamíferos como el gato o la rata tienen, un CE proporcionalmente menor.

La duración media de la gestación en la especie humana es de 280 días aproximadamente o lo que es lo mismo, 9 meses y 10 días, mientras que la duración media del parto es de 6 horas y 16 minutos en el caso del varón frente a 5 horas y 52 minutos en las mujeres (Quero,2004). El peso medio de un recién nacido oscila entre tres a tres y medio kilogramos mientras que el peso cerebral promedio en el nacimiento es de 335 gramos, llegando a alcanzar en la edad adulta los 1.350 gramos, como media

El aumento del peso cerebral en la especie humana desde el nacimiento hasta la edad adulta es del 390%, es decir prácticamente se multiplica por 4 su peso inicial. El perímetro craneal pasa de 34 centímetros al nacer a 55 en la edad adulta.

Durante el embarazo la proporción del peso cerebral con respecto al peso total del cuerpo disminuye progresivamente. A los dos meses de gestación el tamaño del cerebro es aproximadamente la mitad del total corporal; a los 100 días supone el 18% del peso total; a los 4 meses el

16%; a los 5 meses el 14%, y a los 9 meses el 12%. En el momento del nacimiento el peso cerebral supone el 10-12% del peso total del niño. Las personas más grandes tienen un cerebro más grande, al igual que las especies animales más voluminosas tienen un cerebro de mayor tamaño. Los hombres suelen tener un peso cerebral algo mayor que las mujeres pero en la mujer este hecho se compensa, ya que su peso cerebral constituye un 2,5% del peso corporal total, mientras que en el hombre el peso del cerebro equivale solamente al 2% del peso corporal total. De este modo, si se tiene en cuenta la proporción entre el peso cerebral y el corporal, es la mujer quien tiene una mayor proporción, aunque en términos absolutos pesa más el cerebro del hombre. Por otra parte, no suele existir una relación proporcional entre el peso cerebral y la inteligencia, siempre que éste se encuentre dentro del rango de normalidad.

El crecimiento del cerebro infantil durante el primer año de vida es espectacular, ya que pasa de 335 a 1.000 gramos. El apogeo cerebral o momento de mayor peso del cerebro se produce entre los 25 a 35 años, y a partir de ese momento decrece lentamente su peso hasta la sexta o séptima década de vida, momento en el que el peso cerebral tiende a disminuir de un modo más evidente, siempre que no exista un deterioro patológico que acentúe el proceso.

#### b. Metabolismo cerebral infantil

El metabolismo cerebral del niño es mucho más activo que el del adulto, ya que el cerebro del recién nacido utiliza el 60% del aporte total de oxígeno para atender sus necesidades metabólicas, mientras que un adulto sólo emplea el 18-20% de la energía total. El consumo de glucosa por parte del cerebro también es muy elevado a lo largo de todo el ciclo vital. El cerebro, al igual que el hígado, no requiere de la acción de la insulina para metabolizar la glucosa (Cordon, et al., 2007).

Aunque el cerebro no es el órgano más voluminoso del cuerpo, sin embargo es el que tiene las mayores demandas de abastecimiento energético para su funcionamiento. Sin embargo, a diferencia de otros

órganos, carece de suficiente capacidad para el almacenamiento de energía en sus células, por lo que exige un aporte continuo de nutrientes a través de la sangre (Braunwald, et al., 2010).

El intenso aumento que experimenta el peso del cerebro durante el primer año de vida permite comprender la excepcional importancia que adquiere la plasticidad cerebral infantil, ya que en ningún otro momento del ciclo vital experimentará modificaciones similares (Kolb y Fantie, 2009).

El cerebro humano perfunde por término medio 800 mililitros de sangre por minuto. Se puede producir isquemia cerebral si la perfusión sanguínea es inferior a los 400 mililitros por minuto. Cuando el acontecimiento que produce isquemia es prolongado, superando los 10 minutos, pueden producirse tanto en el niño como en el adulto daños irreparables en la estructura neuronal (Braunwald, et al., 2010)

En el momento del nacimiento los niños tienen un metabolismo cerebral más activo en subcórtez, tálamo y cerebelo. La corteza cerebral tiene un menor grado de perfusión sanguínea que las áreas subcorticales, y dentro de ella las zonas metabólicamente más activas están situadas en las áreas primarias. Paulatinamente el metabolismo se incrementa en la corteza cerebral, especialmente en la zona prefrontal, incrementándose sensiblemente a partir del segundo año de vida. La actividad metabólica del cerebro infantil, no obstante, llega a ser mayor que la del adulto, estabilizándose progresivamente hasta alcanzar niveles similares a los del comienzo de la adolescencia (Chugani, 2010).

c. Factores que determinan el crecimiento cerebral a partir del nacimiento

A partir del nacimiento continúa el desarrollo del sistema nervioso, facilitando la consolidación de los procesos cognitivos, perceptivos, psicomotores, y socioafectivos en el niño. El incremento del peso cerebral desde los 300 gramos, del recién nacido hasta los 1.300-1400 del adulto se ve facilitado por varios factores que actúan de manera conjunta, especialmente durante los primeros meses de vida:

mielinización, sinaptogénesis, aumento del volumen citoplasmático y gliogénesis.

- **Mielinización.**

La mielina contribuye activamente al incremento del peso cerebral, pues tiene una densidad superior a la de la sustancia gris, debido a su estructura lipoproteica. La mayoría de las fibras de sistema nervioso en la especie humana está recubierta con mielina para facilitar la transmisión de estímulos. La mielinización es un proceso muy activo que se inicia a las 14 semanas de gestación, haciéndose más intenso en el último trimestre del embarazo. A partir del nacimiento el proceso de mielogénesis continúa, prolongándose durante todo el ciclo de vital.

La mielina es una sustancia refringente, en estado natural blanca y transparente, compuesta por colesterol y fosfolípidos. Su función básica es de tipo aislante, y optimiza la transmisión de estímulos dentro del sistema nervioso. Hay dos tipos de células que aportan mielina, las células de Schwann y los oligodendrocitos. En el sistema nervioso central la mielina está formada por los oligodendrocitos u oligodendroglías. En el sistema nervioso periférico son las células de Schwann las responsables de formar las vainas de mielina. Cada una de ellas mieliniza un sector de axón de aproximadamente doscientos micromilímetros.

La mielinización se inicia en los nervios situados en la parte superior de la médula espinal, facilitando los movimientos de prensión de las extremidades superiores. Posteriormente se mieliniza la zona inferior de la médula espinal, posibilitando la marcha autónoma y a continuación lo hacen los nervios sensitivos. Los fascículos piramidales de la médula espinal que regulan el movimiento voluntario empiezan a mielinizarse a partir del nacimiento y finalizan cuando el niño aprende a caminar autónomamente a finales del primer año. Después de la médula espinal, continúa el proceso de mielinización en el cerebro, iniciándose por la zona posterior (rombencéfalo), seguida del cerebro medio (mesencéfalo) y

finalizando en el cerebro anterior (prosencéfalo). Dentro del cerebro se mielinizan antes las áreas sensoriales que las motoras. La corteza secundaria inicia su mielinización a los cuatro meses, mientras que la corteza asociativa terciaria lo hace a partir de los seis y continúa durante toda la vida. La fase más álgida del proceso tiene lugar a partir del nacimiento. La adolescencia también es un período de intensa mielinización, aunque de menor intensidad que los meses posteriores al parto (Carlson, 2000).

El incremento de la mielina es directamente proporcional al grado de estimulación ambiental que recibe el niño. El cerebro asociativo, base de la cognición, puede seguir desarrollándose a lo largo de toda la vida, especialmente cuando mayor sea la estimulación recibida (Roger, 2007).

Según Rapin (2007), las anomalías en el proceso de mielinización durante la fase prenatal o a partir del nacimiento pueden tener efectos devastadores, con severa afectación cognitiva, sensitiva o motora. La desmielinización afecta más a las neuronas de la motricidad voluntaria (axones de las neuronas piramidales), provocando trastornos psicomotores con relativa frecuencia.

Los trastornos de la mielinización en la infancia se asocian a diversas patologías como mielodisplasia, hidrocefalia, desnutrición y enfermedades desmielinizantes. Como todas las alteraciones que afectan al sistema nervioso, la desmielinización sigue la misma regla: cuanto más precoz es su presentación, mayor gravedad tendrán sus secuelas, con riesgo en casos graves de que se produzcan trastornos motores y deficiencia mental. La mielinización tiene un fuerte impacto sobre la conducta ya que afecta a la velocidad con la que se transmiten los impulsos nerviosos y, por esta razón, los trastornos que afectan a la mielina pueden tener efectos irreversibles cuando se presentan en edades tempranas o durante el embarazo. Por tanto, uno de los factores que más activamente interviene en el desarrollo cognitivo del niño es el proceso de mielinización (Rosselli, et al., 2010).

- Sinaptogénesis

Este proceso iniciado en la fase prenatal gracias a la intervención de lamelipodios y filopodios continúa de modo muy activo a partir del nacimiento. Las neuronas que sobreviven tras el proceso de apoptosis consolidan sus sinapsis y lo hacen en proporción directa al grado de estimulación que reciben. Por término medio, cada neurona establece, varios centenares o miles de sinapsis con otras neuronas, y a medida que avanza el ciclo vital, el número de sinapsis aumenta intensamente. El árbol dendrítico se incrementa para facilitar la formación de nuevas sinapsis, por lo que un proceso de mayor estimulación psicosensorial y cognitiva siempre posibilita su desarrollo.

El aprendizaje favorece la sinaptogénesis, en cualquier momento del ciclo vital. Tanto los animales como los niños que se han criado en situación de deprivación ambiental tienen un desarrollo hipotrófico en los procesos de sinaptogénesis, especialmente en la corteza cerebral. Cada una de las células de Purkinje, neuronas situadas en la corteza cerebelosa, puede llegar a establecer hasta 100.000 sinapsis durante la edad adulta. Igualmente, el cono de crecimiento puede continuar su desarrollo a lo largo de todo el ciclo vital, favoreciendo la creación de nuevas sinapsis. El desarrollo axodendrítico y el proceso de sinaptogénesis son los factores cualitativos más importantes en el desarrollo del cerebro a partir del nacimiento.

- Incremento del tamaño celular

Durante el embarazo, y especialmente a partir del nacimiento, se produce un incremento en el volumen del soma o cuerpo de las neuronas (el soma o pericarión es el contenido del núcleo y el citoplasma celular). El aumento de las sinapsis requiere un mayor abastecimiento energético, y esto hace que se produzca un espectacular aumento del volumen y del peso citoplasmático, con el objetivo de aportar nutrientes a las nuevas sinapsis. Este aumento va en paralelo al incremento de los orgánulos contenidos en el

interior del citoplasma celular: mitocondrias, ribosomas, lisosomas, etc.

Diversos trastornos genéticos, metabólicos o nutricionales pueden impedir un adecuado incremento del tamaño del soma neuronal, reduciendo la eficacia en diversos procesos cognitivos como atención, memoria o capacidad de aprendizaje.

- Gliogénesis

La gliogénesis es el proceso de formación de nuevas glías desde la gestación, que son las células que facilitan la actividad de las neuronas del sistema nervioso y su proliferación puede producirse a lo largo de toda la vida. El proceso de gliogénesis contribuye activamente al incremento del peso y la eficiencia funcional del cerebro, ya que su estructura es más densa, con más componentes metabólicos y mayor peso que una neurona. Se estima que el número de glías es entre 10 y 50 veces mayor que el de neuronas.

Las diferentes variedades de glías (astrocitos, oligodendrocitos, microglías y células ependimarias) no son simples elementos accesorios dentro del sistema nervioso, como se había creído, sino que desarrollan numerosas funciones de gran importancia, las mismas que se detallan en la tabla a continuación.

**Tabla 1.****Funciones de las glías**

<i>Funciones</i>	<i>Competencias</i>
Estructural	– Constituyen el almacén del sistema nervioso, permitiendo el adecuado funcionamiento de las neuronas.
Metabólica	– Regulan el equilibrio iónico en las sinapsis. – Liberan factores de crecimiento celular. – Realizan la nutrición neuronal. – Regulan la vasodilatación cerebral produciendo ácido araquidónico.
Neurogenética	– Dirigen la migración de las neuronas durante el período embrionario y fetal a través de las glías radiales.
Aislante	– Protegen y aíslan los axones facilitando la propagación de las señales eléctricas. – Las células de Schwann forman la vaina de mielina en el sistema nervioso periférico, y los oligodendrocitos tienen la misma función en el sistema nervioso central.
Fagocitaria	– Las microglías y las células endoteliales tienen función macrófaga, capaz de realizar fagocitosis para proteger a las neuronas del sistema nervioso.
Reguladora de la neurotransmisión	– Participan en la transmisión sináptica, modulando la actividad presináptica y en ocasiones liberando neurotransmisores. – Los oligodendrocitos pueden establecer sinapsis con algunos tipos de neuronas. – La única diferencia entre neuronas y glías es que estas últimas no pueden producir potenciales de acción.
Protección biológica	– Forman el sistema inmune del cerebro (microglías). – Forman la barrera sangre-cerebro (células endoteliales).
Cicatrizante	– Los astrocitos incrementan su número cuando se produce lesión cerebral, mediante un mecanismo de gliosis que permite tapizar las áreas lesionadas.

Fuente: <http://glia.freeshell.org/glia-s.htm#7326>

Las glías se forman a partir de los glioblastos, durante la fase proliferativa y migratoria. Con excepción de las microglías, que proceden de precursores, hematopoyéticos, el resto de las glías tiene procedencia ectodérmica.

Posiblemente todas las modalidades de glías puedan dividirse y aumentar su número a partir del nacimiento, aunque son los oligodendrocitos los que con toda seguridad tienen esta capacidad de duplicación. Esta circunstancia, junto con el incremento de la mielina, justifica que el cerebro infantil pueda triplicar su peso durante los primeros 12 meses de vida.

Los trastornos en el proceso de gliogénesis pueden provocar las alteraciones perceptivo-motoras y cognitivas, aunque la implicación de las glías en los procesos cognitivos no está suficientemente documentada hasta el momento. La proliferación indebida y excesiva de las glías es la responsable de la formación de tumores

en el sistema nervioso. En el extremo opuesto la existencia de un número reducido de glías siempre es un factor desfavorable para el crecimiento y la reparación del sistema nervioso.

## **2.2.2 Áreas de rendimiento neuropsicológico**

### **2.2.2.1 Capacidad cognitiva**

También la actividad cognitiva se encuentra diferenciada: el hemisferio derecho utiliza procesos estrechamente ligados a la espacialidad y por tanto los primeros aprendizajes deben producirse, forzosamente, a través de la acción. Los siguientes aprendizajes pasan, sin embargo, a través de la verbalización y por tanto presuponen el uso del hemisferio dominante. Es lo que ocurre en la escuela donde los contenidos se transmiten mediante la verbalización y por tanto a través del hemisferio dominante, sin que haya habido posibilidad de provocar la integración a nivel subcortical.

Si se piensa en los niños en la edad preescolar se cae inmediatamente en cuenta que algunos están habituados a utilizar el lenguaje verbal y consiguientemente el hemisferio dominante en el aprendizaje como estructura mental, aspecto éste derivado de la educación familiar. Otros niños, sin embargo, utilizan un proceso de aprendizaje en términos de espacialidad utilizando el hemisferio derecho. La lógica del hemisferio derecho respecto del otro es diferente, por lo que se dice que estos niños se caracterizan por una inteligencia práctica y, si en la escuela se parte de un plano verbal, corren el riesgo de no poder integrarse.

### **2.2.2.2 Funciones ejecutivas**

Las funciones ejecutivas se definen como una serie de procesos que operan por medio de habilidades cognitivas básicas. No existe una función ejecutiva unitaria, existen diferentes procesos que convergen en un concepto

general de función ejecutiva (Purves et al., 2008, Flores y Ostrosky-Solís, 2008). Las funciones ejecutivas, desde el punto de vista de la neurociencia, son consideradas las responsables del comportamiento flexible del ser humano. “La habilidad de planificar con anticipación y de ajustarse al comportamiento flexible es llamada función ejecutiva” (Van der Ven, 2011, p. 8). Estas funciones son las responsables del comportamiento flexible porque le permiten al ser humano a través de la experiencia conocer más del mundo que le rodea e ir adaptando lo que conocía antes a lo que conoce después de la experiencia vivida. Estas habilidades o dominios son las que se conocen como habilidades de aprendizaje o académicas (Van der Ven 2011).

Por otro lado Kevin Duff y sus colaboradores (2005) definen a las funciones ejecutivas como las habilidades cognitivas necesarias para direccionar las actividades y adaptarse al medio, sus demandas y a sus cambios. No es de sorprenderse la gran cantidad de elementos o componentes que están implícitos en estas funciones del cerebro humano: respuesta y perseverancia, desinhibición, planeamiento, abstracción y razonamiento, iniciación y fluidez entre otros (Duff, Schoenber, Scott y Adams, 2005). Posner y colega (2007) incluyen a las funciones ejecutivas en las redes neuronales de la atención que proveen el comportamiento voluntario.

El comportamiento voluntario le permite al ser humano anticiparse a eventos o acciones, seleccionar la mejor opción antes de empezar una tarea, hacer una tarea con velocidad apropiada y usar experiencia anterior para guiar la nueva. Las redes neuronales que permiten que se desarrollen las funciones ejecutivas están en algunas áreas del cerebro como en el cíngulo anterior, la corteza lateral prefrontal y el ganglio basal. El neuroregulador que actúa sobre la función ejecutiva es la dopamina (Posner et al., 2007).

Estudios e investigaciones en el campo de la neurociencia sobre el funcionamiento del cerebro han permitido grandes avances en la comprensión de las funciones ejecutivas. Estas investigaciones tienen su inicio en la memoria, término usado en el campo educativo, psicológico y biológico desde hace muchos años. Hacia mediados del siglo pasado el aprendizaje estaba enfocado en la memoria tradicional, la misma que se conocía como la habilidad

de recordar y repetir un aprendizaje guardado como si estuviera en un armario. (Miyake y Shah, 1999).

El modelo que plantea el control de procesos parece ser el inicio de la memoria moderna. Este primer planteamiento en 1968 sobre la memoria de trabajo no incluye una pura memorización como lo hacía la memoria tradicional, sino plantea un constructo más orientado a un proceso que se lo compara con el pizarrón de la mente, en este pizarrón ocurre un proceso activo y dinámico en donde se guarda la información relevante hasta que otra información más relevante que la anterior llegue a la mente. Este sofisticado mecanismo es más que una pura memorización es un mecanismo de control y regulación (Miyake, et al., 1999).

Según Akira Miyake y su colega (1999) el control y regulación son posibles por un control central similar a la estructura de control ejecutivo planteado, según la misma autora, por Baddeley y Hitch en 1974 como un modelo multicomponente. A partir de este planteamiento existe en el cerebro una estructura de control central o ejecutivo central que está en la cima de una montaña que controla la atención y la memoria, de esa forma regula y domina el quehacer humano y el proceso cognitivo. Si la memoria funciona satisfactoriamente la persona puede adaptarse a la vida diaria y desempeñarse bien en ámbitos como el estudio y el trabajo (Miyake et al., 1999; Tokuhamas-Espinosa, 2011). La memoria, dice Tokuhamas-Espinosa (2011), “es vital para el aprendizaje ya sea formal o informal” (traducido por autora de Tokuhamas-Espinosa, 2011, p. 159).

Por otro lado, la atención se considera como el conjunto de tres funciones o lo que llamaron Posner y Rothbart (2007) tres redes atencionales. Estas tres redes atencionales son: vigilancia y mantenimiento de la atención; orientación y focalización; y control ejecutivo de la actuación (Posner et al., 2007, Quiroga, Martínez-Molina y Santacreu, 2011). Las tres redes atencionales son independientes y están a lo largo de todo el cerebro en diferentes partes de él (Posner et al., 2007). Michael Posner y su colega (2007) definen al sistema de la atención como el sistema de control del cerebro, dicen al respecto: “Durante el primer año de vida los infantes ganan control sobre su comportamiento y estado mental, así como también los niños más grandes y los adultos pueden

alcanzar un grado de regulación central sobre sus emociones, pensamientos y acciones, este control es regulado por el sistema de la atención” (traducido por autora de Posner et al, 2007, p 59).

Los tipos de atención según Quiroga y sus colaboradores (2011) son: atención sostenida referida al estado de alerta; atención selectiva o focalización y por último la concentración en una actividad o atención de la ejecución referida a la realización de la misma. Para Posner (2007) y Quiroga (2011) las funciones de alerta, orientación y ejecutiva tienen características similares. Lo novedoso de Quiroga y sus colegas (2011) es que se plantea a la atención como un concepto multidimensional regulado por la función ejecutiva que es la red neuronal que provee el comportamiento voluntario. Este componente multidimensional de la atención es similar al planteamiento antes citado por Posner y Rothbart (2007).

El ser humano para su desempeño en cualquier actividad depende de un control central. El control central es el que le permite actuar voluntariamente, estará regido por el sistema nervioso central y comandado por el cerebro. Es importante comprender que el control central o funcionamiento ejecutivo del cerebro es el que comanda a través de otros componentes como la memoria y la atención la vida del ser humano dentro del mundo complejo que le rodea. Este mundo complejo necesita de crecimiento y aprendizaje para su satisfactorio desempeño. Si para desenvolverse en el mundo real es necesario atención y memoria con más razón en una actividad de aprendizaje en la que se va a modificar algo conocido por algo nuevo.

a. Funciones ejecutivas de la corteza frontal como parte del sistema nervioso humano.

La corteza de asociación frontal es la región del cerebro más desarrollada de la especie humana. Integra la información perceptual compleja de las cortezas sensitivas y motoras y de las cortezas de asociación parietal y temporal. Una parte de la corteza de asociación frontal en el cerebro humano es la red prefrontal de la atención y el comportamiento. El perfeccionamiento de esta red tan importante es el resultado de la evolución del sistema nervioso. Esta maravillosa

evolución se caracteriza por el desarrollo del increíble sistema que comanda desde lo más simple hasta lo más complejo del ser humano (Purves et al., 2008).

Grandes investigaciones actuales consideran a la plasticidad cerebral la responsable de esta evolución. La plasticidad cerebral es la capacidad que tiene el cerebro de acomodarse a nuevas experiencias. A largo plazo esta permite que exista desarrollo cognitivo y evolución. Por ello, el ser humano es capaz de pensar, actuar y sentir de forma progresiva. Este perfeccionamiento y aprendizaje es lo que le caracteriza y le diferencia al hombre de otras especies (Purves et al., 2008).

En el sistema nervioso central las unidades básicas son las neuronas y las células glías, las cuales están dentro de circuitos neurales altamente conectados, permitiéndole al ser humano realizar las funciones básicas. El sistema nervioso se compone del sistema sensitivo y del sistema motor estos son dos de los sistemas que están presentes a lo largo del cuerpo. Estos sistemas juntos aportan para el anclaje del sistema asociativo que se encarga de regular la percepción, la cognición, la atención, las emociones y el pensamiento racional (Purves et al., 2008).

La unidad más pequeña del sistema nervioso es la neurona, es la célula encargada del señalamiento eléctrico en largas distancias. Además de las neuronas están presentes en el sistema nervioso las glías que son células de sostén y cumplen algunas funciones como el andamiaje y recuperación del sistema neural. La neurona se diferencia de las demás células del cuerpo humano por la capacidad que tiene de comunicación intercelular (Purves et al., 2008).

La forma de la neurona, similar a las ramificaciones de un árbol, le permite hacer conexiones con otras neuronas a través de las dendritas. Las dendritas son una parte esencial de la neurona, la cual juntamente con una ramificación más gruesa conocida como axón hacen que esta célula tenga la capacidad de transmitir la información proveniente de

otras neuronas. Este proceso se conoce como sinapsis (Purves et al., 2000).

Para entender la sinapsis habrá que entender primero las señales eléctricas que emiten las células nerviosas, la permeabilidad de la membrana celular, los canales y los transportadores activos de energía. Todos estos elementos hacen de una neurona un complicado sistema eléctrico y químico que dan como resultado la sinapsis y el sistema de redes neuronales (Purves et al., 2003).

Es muy difícil imaginar como las 100. 000 millones de neuronas que contiene el cerebro humano se conectan entre sí, para construir las redes neuronales antes mencionadas. Como ya se mencionó las neuronas funcionan a través de las sinapsis eléctricas y químicas. La sinapsis química ocurre gracias a los axones y ramificaciones dendríticas de las neuronas, las mismas que se convierten en emisoras y receptoras de la información. Mientras más dendritas tiene una neurona mayor será su conectividad y mayor la posibilidad de formar circuitos o redes neuronales. Los cambios en los circuitos sinápticos pueden producirse por la formación de nuevas terminaciones axónicas y prolongaciones dendríticas, a esto se le llama plasticidad cerebral (Purves et al., 2008).

Algunas sinapsis en el sistema nervioso del ser humano muestran formas duraderas de cambio sináptico (plasticidad). Estas sinapsis a largo plazo producen cambios permanentes en el comportamiento, el aprendizaje y la memoria. Donald Hebb en 1949 (Flores, et al. 2008) a través del principio de sinapsis explica en términos biológicos lo que por años los psicólogos han explicado como el condicionamiento asociado con el estímulo. A partir de estas investigaciones actualmente conocemos la inmensa cantidad de redes neuronales, que por estímulos sensitivos permiten a los seres humanos desenvolverse en un mundo que implica cada vez más retos y mejor desempeño (Purves et al., 2008, Tokuhamo-Espinosa, 2011).

El cerebro está dividido en dos hemisferios, y estos a su vez en lóbulos que llevan el nombre de los huesos del cráneo sobre los cuales están situados. Los lóbulos son: frontal, temporal, parietal y occipital, estos contienen a las áreas sensoriales primarias, áreas motoras primarias y a las cortezas de asociación. El diez por ciento de la corteza cerebral está compuesta por las áreas sensoriales y motoras, el resto son las cortezas de asociación (Purves et al., 2008, Braunwald et al, 2010).

Los circuitos corticales o redes neuronales conectan neuronas de las áreas sensoriales primarias, las cuales son los primeros receptores donde llega la información de los sentidos o aferencias sensoriales. Una vez que las áreas sensoriales primarias reciben la información, esta es transmitida a áreas motoras o a las cortezas de asociación. La información que es transmitida a las áreas motoras, permite que se realicen actividades de movimiento. La información que se transmite a las cortezas de asociación es la que permite que se den los procesos de cognición, emoción y comportamiento (Purves et al., 2008, Braunwald et al, 2010).

La principal función de las cortezas de asociación se denomina cognición, que es la capacidad de prestar atención a los estímulos externos e internos (corteza parietal), identificar el significado de ellos (corteza temporal) y planificar respuestas conductuales apropiadas (corteza frontal). La corteza cerebral está compuesta de seis capas que difieren en su composición celular y funcional. Estas capas reciben aferencias específicas de las áreas sensoriales o del tálamo y emiten eferencias hacia destinos específicos como las áreas motoras primarias, la amígdala o al tálamo. De esta forma se arman las distintas redes corticales que permiten las funciones encefálicas complejas (Purves et al., 2008).

En este proceso a nivel de la corteza cerebral, las aferencias llegan a la corteza y salen las eferencias hacia otras áreas del cerebro (Purves et al., 2008). Toda aferencia que llega por estímulos visuales, táctiles, auditivos a los ojos, manos y oídos de un niño en un aula de clase es procesada a través de un complejo sistema de redes que están en todo

el cerebro. Este sistema de redes por su complejidad y por la cantidad de interconexiones del mismo es el que comanda todo el sistema nervioso central y le permite al ser humano realizar todo tipo de tarea desde alejarse de un lugar con fuego hasta aprender y relacionarse con otros seres humanos.

Las principales redes que se pueden encontrar en el funcionamiento del cerebro son: la red perisilviana del lenguaje, parietofrontal de orientación espacial, occipito-temporal del reconocimiento, la red límbica de la memoria y la red prefrontal de la atención y el comportamiento. Todas ellas de igual importancia que permiten al ser humano desenvolverse dentro de la sociedad y funcionar de forma satisfactoria frente a los estímulos. Pero es sin duda la red de la corteza pre-frontal la que permite al ser humano un desempeño satisfactorio y la posibilidad de conocer y reaccionar frente al mundo que lo rodea (Braunwald et al, 2010).

La plasticidad cerebral es sin duda la capacidad de cambiar que tiene el cerebro. Todo estímulo llega a las neuronas, estas forman circuitos neuronales que procesan la información dando como resultado una respuesta o cambio neuronal. Un entorno rico en estímulos permitirá sinapsis permanentes y duraderas, y por lo tanto, cambios en el comportamiento y la cognición. Actualmente se conoce que no existen centros focalizados para cada función cerebral, sino redes corticales y subcorticales conectadas que se encuentran en toda la corteza del encéfalo humano (Braunwald et al. 2010, Tokuhamas-Espinosa, 2011).

La relación más estrecha entre la corteza prefrontal y el aprendizaje está dada por las funciones ejecutivas de la atención y el comportamiento. Estas permiten el control, la regulación y la planeación eficiente de la conducta humana que se refiere a la cognición (Purves et al., 2008, Flores et al., 2008). El mundo tan exigente y el aprendizaje como parte de él exigen del niño un desempeño eficiente, que se puede lograr con un entrenamiento adecuado de las funciones ejecutivas presentes en el sujeto de aprendizaje. Los conceptos de sinapsis neuronal y plasticidad cerebral

son los que permiten entender cómo cualquier experiencia sensorial que llega a través de cualquiera de los cinco sentidos se convierte en una experiencia de aprendizaje. Cuando más experiencias de este tipo existen mayor posibilidad de aprender tiene el niño dentro y fuera del aula.

b. El aprendizaje y la relación con las funciones ejecutivas.

Acercándose más a la relación entre neurociencia y aprendizaje Tokuhama-Espinosa (2011) plantea que las funciones ejecutivas se refieren a la forma que el cerebro maneja los procesos de orden superior incluyendo la toma de decisiones y la habilidad de archivar la información. Esta última está regulada por la habilidad de los niños en poner atención (Tokuhama-Espinosa, 2011). En definitiva la atención se considera un concepto involucrado con el desarrollo cognitivo de la persona (Quiroga et al., 2011; Posner et al., 2007; Levine, 2003). Quiroga y sus colegas (2011) puntualizan que “el desarrollo de la atención se organiza a partir de la maduración del sistema de alerta, sobre este se desarrolla la vigilancia y por último maduran las funciones ejecutivas” (p. 15). Cuando se evalúa la atención se deben tomar en cuenta este proceso para determinar los niveles de atención, límites y tiempos utilizados en atender y concentrarse.

Las investigaciones en el campo de la neurociencia que comenzaron a principios del siglo XX permiten conocer que el pensamiento de orden superior es un sistema que se activa ante una información o un reto. Este está imbuido por la intuición e involucra a la memoria. Así mismo se ve sustentado en funciones neuroevolutivas que requieren de enseñanza. Las formas del pensamiento de orden superior son: formación de conceptos, resolución de problemas, pensamiento crítico y creativo y por último pensamiento guiado por reglas (Levine, 2003). Las funciones neuroevolutivas, a las que se refiere Mel Levine en “Mentes diferentes aprendizajes diferentes”, son las funciones ejecutivas únicas en la especie humana. Ningún otro mamífero ha podido alcanzar el nivel de pensamiento y de proceso de la información como el ser humano.

En las dos últimas décadas modelos y teorías se han experimentado a través de sofisticados procesos de neuroimagen con el objetivo de conocer a fondo cómo el ser humano llega al conocimiento, cómo son dichos procesos y qué parte o partes del cerebro están involucradas. Estos modelos se enfocan en las funciones ejecutivas que Miyake y sus colaboradores (2000) las definen como un mecanismo general de control que modula las operaciones de varios subprocessos cognitivos y en consecuencia regula de forma dinámica la cognición humana. Para este mismo autor, las tres funciones ejecutivas básicas son: *shifting* o habilidad de cambiar, *updating* o actualizar e *inhibition* inhibirse o retraerse. Miyake y sus colegas (2000) puntualizan que aún sobre el tema hay mucho que investigar y, que los investigadores deben enfocar sus esfuerzos en descubrir si estas funciones actúan de forma unitaria o por separado en la mente del ser humano (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, y Howerter, 2000).

La habilidad de cambiar es ir antes y después a través de múltiples tareas, operaciones o esquemas mentales. Sería la habilidad de agregar o desagregar conocimientos anteriores frente a una nueva tarea, manifestándose una relación directa con la atención. El ser humano está en posibilidad con esta función de moverse flexiblemente en los conocimientos que tiene, de esa forma frente a un nuevo estímulo actuar y desempeñarse satisfactoriamente. Las redes neuronales que controlan esta función están sobre todo en los lóbulos frontales y en cíngulo anterior del cerebro (Miyake et al., 2000).

Actualizar sería la posibilidad de monitorear las representaciones de la memoria de trabajo. Es la función que permite monitorear y codificar información anterior, y revisar apropiadamente información que está guardada en la memoria y de esa forma reemplazar información no relevante con nueva información actualizando de esa manera todo el tiempo lo que se conoce. Es la manera como se vuelve dinámica la memoria de trabajo en contraste con la forma pasiva del concepto de memoria tradicional. Las redes neuronales encargadas de esta función

se las encuentra sobre todo la corteza prefrontal, particularmente en la posición intradorsolateral (Miyake et al., 2000).

Inhibirse o retraerse es la habilidad de evitar dar respuestas rápidas o automáticas sin ser pensadas. Es una actitud interna de control, es la forma deliberada del ser humano de dar respuestas fuertes o poderosas frente a un estímulo y no la primera respuesta que se pasa por la mente. Impulsividad es lo contrario a inhibición y ambos términos tienen que ver con el control ejecutivo central. Esta función es resultado de redes neuronales en las que interviene con mayor fuerza la corteza prefrontal (Miyake et al., 2000).

El control central y la toma de decisiones son dos aspectos del desempeño del ser humano que tienen un impacto decisivo en el aprendizaje dentro de la estructura de la escuela y de la sociedad en general (Tokuhamas-Espinosa, 2011). Si actualizarse tiene que ver con la memoria y cambiar de estrategia tiene que ver con la atención, estos dos aspectos son muy importantes para aprender. Tokuhamas-Espinosa (2011) dice: si la memoria y la atención fallan no hay un aprendizaje real. De aquí la gran importancia de conocer como las funciones ejecutivas actúan y se desarrollan en los niños pequeños para comprender cómo ellos aprenden, cuáles son las verdaderas causas de las dificultades que tienen para aprender y cómo se podría ayudar a los niños a mejorar su desempeño en el aprendizaje.

### **2.2.2.3 Atención**

La atención es un proceso que incluye la capacidad de atender selectivamente a un estímulo específico, de mantener la atención, de dividirla entre dos o más elementos y de alternarla. La memoria y la atención se relacionan en el sentido de que, si no se presta atención a algo, es poco probable que se recuerde. Se tiene una capacidad de atención limitada y, por ello, el ser humano se siente desbordado cuando recibe demasiadas demandas simultáneamente. Frente a la sobrecarga de la capacidad para

atender, algunas personas desconectan, en tanto que otras se muestran excitadas y sobreestimuladas. El cerebro tiene la capacidad de evitar que esto suceda filtrando estímulos lo cual se considera habitualmente un proceso talámico-cortical. Cuando este filtro no funciona, algunas personas manifiestan un déficit de atención, pero otras muestran agitación o llegan incluso a experimentar dolor real al sentirse desbordadas (Posner, et., al., 2007).

La atención requiere varias áreas de procesamiento dependiendo de la tarea en la que se está inmerso. El funcionamiento de la atención visual implica a los lóbulos occipitales y el del análisis visuoespacial, a los lóbulos occipitales y parietales. La atención a los estímulos auditivos requiere del lóbulo temporal, particularmente de los centros del lenguaje. La coordinación de estos sistemas es una función importante de la CCA, de la corteza frontal y de estructuras subcorticales como los núcleos basales y el tálamo.

Investigaciones mediante neuroimagen de niños con TDAH han encontrado que el núcleo caudado<sup>7</sup> presenta volúmenes distintos en función del diagnóstico (TDAH versus no TDAH) (Pliszka et al., 2006) y de la medicación (con tratamiento versus sin tratamiento) (Semrud-Clikeman, Pliszka, Lancaster & Liotti, 2006). Estas variaciones estructurales se relacionan también con diferencias en el rendimiento neuropsicológico en pruebas de atención y funciones ejecutivas (Semrud-Clikeman, Pliszka & Liotti, (en prensa)). Se postula que la medicación habitualmente prescrita a base de estimulantes actúa sobre regiones subcorticales y de los lóbulos frontales para normalizar los niveles de neurotransmisores y de actividad en estas regiones (Pliszka,2003).

La atención es también un proceso muy susceptible al deterioro. Muchos niños y adolescentes con traumatismos cerebrales experimentan problemas significativos de atención durante las fases iniciales de la recuperación (Flores y Ostrosky,2008). Para algunos, sobre todo si han sufrido traumatismos craneales severos, los problemas de atención persisten después de la recuperación. También muestran problemas de atención los niños con trastornos convulsivos, con efectos a largo plazo del tratamiento del cáncer y

---

<sup>7</sup> Estructura importante en la producción de dopamina.

con diversos trastornos genéticos (neurofibromatosis, esclerosis tuberosa, etc. (Semrud-Clikeman, 2006).

#### **2.2.2.4 Memoria**

La memoria y el aprendizaje van de la mano. El aprendizaje consiste en la adquisición de nueva información y la memoria en recuperar esta información para su uso posterior (Gazzaniga & cols., 2002). Para recordar algo, habrá que haberlo codificado inicialmente, haberlo almacenado después y tenerlo disponible para su recuperación cuando se vaya a utilizar. En cualquiera de estos momentos, podrían surgir complicaciones que causarían problemas de aprendizaje y, por tanto, de memoria. La atención es un aspecto importante del funcionamiento de la memoria, porque si no se presta atención a algo, no se registra (Lyon, Evrard, 2005).

Existen varios tipos de memoria. El tipo más rápido es la memoria sensorial, que está activa durante milisegundos mientras se está mirando, oyendo o sintiendo algo y se lo procesa. La memoria sensorial no se almacena, se registra en el cerebro, pero sin que se produzca procesamiento. La memoria a corto plazo consiste en el mantenimiento de la información durante unos pocos minutos y tampoco conlleva el almacenamiento permanente. La memoria operativa y la memoria a corto plazo son constructos relacionados. La entrada inicial de información que pueda ser almacenada posteriormente se hace a través de la memoria a corto plazo. No toda la información se convierte en memoria a largo plazo, ya que el proceso depende de la naturaleza de la información y del objetivo de la persona que lo lleva a cabo. Es poco probable que se almacene un número de teléfono que se utiliza sólo una vez, en tanto que se acabará almacenando en la memoria a largo plazo los números que se emplean a menudo (Miyake y Shah., 1999).

Baddeley (2003) plantea un modelo de memoria operativa integrado por tres componentes que interactúan en función de la tarea planteada. El bucle fonológico (articulatorio) procesa el material lingüístico y la agenda visoespacial almacena la información visual. Estos dos elementos están gobernados por el

ejecutivo central que controla la entrada de información (*input*). Por último, postula un componente episódico intermedio (*buffer* episódico) que integra la información. Este dispositivo funciona como sistema de memoria de capacidad limitada y como sistema de atención que ayuda a seleccionar estrategias y a coordinar el procesamiento cognitivo de orden superior.

En función del papel que juega la atención, la memoria a largo plazo se suele clasificar en dos tipos: memoria implícita (inconsciente/procedimental) y memoria explícita (lingüística/situacional). Una tarea típica de memoria implícita consiste en lograr leer palabras a partir de fragmentos incompletos (zap\_to = zapato). Esta tarea requiere establecer una conexión entre una palabra que se ha procesado previamente y completar el espacio en blanco. Las habilidades implícitas son destrezas previamente aprendidas, que se aplican en situaciones novedosas (Schacter, Wagner, Buckner, 2000).

Son muchas las áreas del cerebro que se han relacionado con el funcionamiento de la memoria, dependiendo del tipo de tarea que se haya empleado. La memoria sensorial inicial implica las áreas del cerebro que reciben información visual (lóbulo occipital), auditiva (lóbulo temporal), táctil o cinestésica (lóbulo parietal). La memoria operativa se ha ligado a los sistemas de la región dorsolateral de los lóbulos frontales que supervisarían la información, y a la región ventrolateral de los mismos que la mantendrían (Schacter et al., 2000). Además, el sistema límbico participaría en la elaboración emocional de los recuerdos y del lenguaje durante la transferencia de experiencias a la memoria (Markowitsch, 2010). Se ha postulado que el hemisferio izquierdo estaría implicado en la memoria lingüística y de acontecimientos, mientras que el derecho sería más importante para la memoria episódica y de las interacciones sociales (Markowitsch, 2010).

La memoria a largo plazo requiere consolidación de la información. Esta consolidación es un proceso bioquímico que tiene lugar durante horas, días o meses y que deja huellas neuronales de memoria para su posterior recuperación (Moscovitch, 2004). Este proceso de almacenamiento de los elementos de memoria explícita comienza en el hipocampo y luego se distribuye en todo el cerebro, como si se tratara de carpetas en un archivador, a las que se accede cuando es necesario. Moscovitch (2004) sugiere que este

proceso es automático y requiere la participación del hipocampo incluso para la recuperación del material previamente aprendido. Más aún, hipotetiza que los lóbulos frontales funcionan en sincronía con el hipocampo en la selección de qué recuerdos se recuperan y posteriormente organizan la información. Desde esta perspectiva, los lóbulos frontales básicamente organizan y controlan la información y median los recuerdos que se hacen conscientes, recuperados del hipocampo y los núcleos talámicos implicados en el establecimiento inicial de esos recuerdos.

La memoria implícita está relacionada con los contenidos que subyacen a la tarea. En el caso de tareas perceptivas, las regiones del cerebro responsables del procesamiento suelen ser los lóbulos parietales y occipitales. Cuando también se requiere el lenguaje, los lóbulos temporales se incorporan al circuito. Por ejemplo, el recuerdo de la palabra “caballo” puede lograrse mediante facilitación (*priming*) perceptiva (mostrando el dibujo de un caballo) y mediante la conexión lingüística entre el dibujo y la palabra (Lezak, et al, 2004).

#### **2.2.2.5 Lenguaje**

El lenguaje implica procesos que afectan a los aspectos hablados (expresivos) y escuchados (compresivos) del mismo, así como la capacidad de nombrar objetos. El lenguaje expresivo es el que se utiliza para comunicarse con otras personas. El lenguaje compresivo es la capacidad de escuchar, comprender y elaborar una respuesta adecuada. El elemento básico del lenguaje es la palabra. Las palabras se almacenan en el cerebro en el constructo denominado “léxico mental”. Este léxico incluye el significado, sonido, deletreo y uso de las palabras. Se ha estimado que una persona adulta tiene un promedio de 5.000 palabras en su léxico mental y comprende una cantidad equivalente al doble o al triple. Para poder utilizarlo, este léxico tiene que ser eficiente y estar organizado. Por ello, las palabras que se utilizan con frecuencia se almacenan en un área más accesible y las más inusuales no están tan fácilmente disponibles (Benton, 2010).

Las palabras están compuestas por fonemas (unidades menores de sonidos como, por ejemplo, los de las letras m y n). Estos sonidos son característicos y cambian en función del idioma y de la cultura del usuario. Algunas teorías sugieren que el léxico no está organizado de acuerdo con las letras o los sonidos, como un diccionario, sino conforme a redes de información específica (Levelt, Roelofs & Meyer, 2009). Estas redes se organizan mediante las relaciones entre las palabras y entre las familias de sonidos. Palabras como *freight* (carga) y *eight* (ocho) riman, tienen sonidos similares y estarían próximas en un nodo conceptual del léxico inglés, pero no estarían juntas porque tienen significados muy distintos. Aprender palabras es más sencillo si se conocen otras que suenen de forma parecida y también si se conocen otras que estén en la misma categoría. Por esa razón, es más fácil recordar el par de palabras “ardilla y bellota” que el par “payaso y camión” (Chomsky, 1976).

El lenguaje expresivo utiliza fonemas y señales acústicas que se usan para comunicarse con los demás. El área del cerebro más implicada en el lenguaje expresivo se denomina área de Broca y está ubicada en la región ventrolateral de la corteza frontal izquierda. Cuando un paciente tiene una lesión en esta zona y en la sustancia blanca subyacente, surgen problemas en la pronunciación de las palabras (lo que se conoce como afasia de Broca). El lenguaje de estas personas es difícil de entender. La comprensión audioverbal y visual requieren descifrar estímulos auditivos y visuales. Estos se traducen a un código fonológico ya almacenado previamente en el léxico mental. A continuación, la información se decodifica en la palabra y en el significado de la palabra. La lectura también implica esta secuencia, ya que los lectores tienen que analizar el sonido de la palabra para entender su significado. Desde un punto de vista perceptivo, los lectores utilizan inicialmente el sistema visual, el sistema auditivo y por último el sistema léxico (Roger, 2007).

Las estructuras fundamentales para el lenguaje comprensivo se encuentran en la región del lóbulo temporal denominada área de Wernicke, que se sitúa en la circunvolución temporal superior y cerca de las regiones de procesamiento auditivo que rodean la cisura lateral. Diversos estudios han evidenciado que las verdaderas dificultades en esta área (síntomas de afasia de Wernicke) surgen cuando la lesión abarca estas regiones y se extiende al

área posterior del lóbulo temporal o a la sustancia blanca que conecta el área de Wernicke con las otras áreas del lenguaje. Los pacientes con este tipo de dificultades suelen tener problemas de comprensión del lenguaje, ya sea hablado o escrito, y si bien pueden hablar con fluidez, a menudo su discurso carece de sentido (Gazzaniga, et al., 2002).

Cuando hay lesiones en las conexiones entre las áreas de Wernicke y de Broca, se observan problemas en la producción del habla y en la repetición y uso de las palabras (Gazzaniga, et al., 2002). Se denomina afasia de conducción a este conjunto de dificultades, en que los pacientes pueden entender y producir lenguaje, pero tienen problemas para repetir y usar las palabras.

La denominación o comprensión de imágenes es otra habilidad lingüística importante. Es frecuente que los niños con problemas de aprendizaje y con dificultades de lenguaje tengan problemas para nombrar objetos. Algunas pruebas proporcionan claves fonéticas para ayudar en la recuperación de las palabras, mientras que otras proporcionan dibujos o claves semánticas. La denominación es una competencia que se ve afectada, entre otras muchas razones, por lesiones como resultado de traumatismos cerebrales, tumores cerebrales (cáncer), o problemas de aprendizaje (Ardila, Rosselli., 2007).

La evaluación del rendimiento lingüístico suele incluir el lenguaje comprensivo (compresión audioverbal y de imágenes), expresivo (fluidez fonológica y semántica), lenguaje lectoescritor que está estrechamente relacionado con las áreas tradicionales del lenguaje del hemisferio izquierdo, Broca y Wernicke, pero también depende en buena medida de la actividad del lóbulo occipital, particularmente de sus áreas asociativas (Bagunyá y Peña-Casanova, 2002). El lóbulo parietal interviene en la comprensión lectora. De hecho, las áreas 39 y 40 de Brodmann tradicionalmente han sido definidas como el “centro de la lectura”. También se debe evaluar la escritura audiognósica que es el nivel de adquisición de la escritura mediante el dictado. Esta actividad se relaciona con las áreas audiolingüísticas del lóbulo temporal izquierdo. El componente grafomotor relativo a la calidad de la escritura se relaciona con las áreas motoras de la corteza motora primaria y también con

otras estructuras pertenecientes al sistema extrapiramidal que regulan el ajuste fluido de los movimientos que intervienen en la escritura (Baron, 2000).

#### **2.2.2.6 Visopercepción**

Conocimiento espacial es un término amplio y en ocasiones impreciso, que incluye generalmente habilidades perceptuales no verbales, fundamentalmente visuales, que exigen memoria y manipulación espacial. Frecuentemente es difícil dissociar las habilidades espaciales de las constructivas, definidas como la capacidad para integrar elementos dentro de un todo organizado; como sería la copia de figuras geométricas y la construcción con cubos, ya que estas últimas requieren de manejo del espacio. Con relativa frecuencia se considera a las habilidades espaciales en oposición a las habilidades verbales, se destaca que la información espacial puede ser codificada en diversas formas y una de ellas es de tipo verbal (Rains, 2006). Estudios en adultos normales y lesionados cerebrales han demostrado la importancia del hemisferio derecho en el manejo de la información espacial tanto mnésicas como constructiva (Ardila y Rosselli, 2007); sin embargo, el procesamiento espacial parece estar menos lateralizado en el hemisferio derecho que el lenguaje en el hemisferio izquierdo al igual que la especialización intrahemisférica es más difusa para el procesamiento espacial que para el procesamiento verbal (Rosselli, et al., 2010).

El momento del desarrollo en el que el hemisferio derecho se especializa en reconocimiento espacial no está claramente establecido, pero parecería que ocurre después de que el hemisferio izquierdo se ha estabilizado en el control de las habilidades verbales. Antes de los tres años de edad el repertorio de respuestas del niño es limitado y la evaluación de estrategias espaciales es difícil. Sin embargo, la diferenciación funcional entre los dos hemisferios cerebrales ha sido demostrada en niños de apenas unos meses de nacidos; por ejemplo, entre los 18 y 30 meses de edad, los niños pueden completar satisfactoriamente tareas de memoria que impliquen localización de objetos (Purves, et al., 2008).

Lesiones cerebrales en el hemisferio derecho, y hemisferectomías derechas a una edad temprana, pueden no dejar déficits espaciales evidentes, pero sí sutiles que serán observados años después. De hecho se ha pensado que las funciones espaciales sencillas pueden ser asumidas por cualquiera de los hemisferios cerebrales, pero las funciones espaciales complejas requieren un adecuado funcionamiento del hemisferio derecho. En la evaluación neuropsicológica, las tareas más sensibles a lesiones tempranas del hemisferio derecho son la memoria no verbal y el seguimiento de rutas (Rapin, 2007).

Según Esmeralda Matute (2008), cuando las lesiones hemisféricas derechas ocurren durante el nacimiento o el primer año de vida, los pacientes van a demostrar posteriormente mayores defectos en tareas verbales que en tareas no verbales. Por el contrario, si la lesión ocurre después del primer año de vida, los pacientes presentarán una mayor deficiencia en pruebas no verbales que verbales. Sin embargo niños con daño cerebral congénito en el hemisferio derecho pueden presentar dificultades en la organización de dibujos a pesar de identificar correctamente sus elementos. Estas dificultades son evidentes durante los primeros cinco años de vida, pero al tiempo desaparecen posiblemente por la ocurrencia de una reorganización cerebral.

En niños de tres años de edad en adelante se ha demostrado la superioridad de la mano izquierda (hemisferio derecho) para el reconocimiento táctil y del campo visual izquierdo para la percepción de caras familiares. La percepción de caras no familiares no presenta una superioridad del campo visual izquierdo sino hasta después de los 10 años de edad, sugiriendo que se pueden presentar cambios de estrategias visuales durante el desarrollo (Levine, 2003).

La orientación derecha-izquierda parece organizarse entre los 5 y 8 años de la siguiente manera: hasta los 5 años se observa una inexistencia del concepto de orientación derecha-izquierda; entre los 6 y los 8 años hay comprensión personal, interior, del concepto derecha-izquierda; en tanto que de los 8 años en adelante el niño logra la generalización del concepto derecha-izquierda al mundo exterior. Algunos autores relacionan este proceso cognitivo espacial con la mielinización de la formación reticular, de las comisuras cerebrales y de las áreas intracorticales de asociación (Spreen, et al., 2009).

Según Kolb y colaboradores (2009) gracias a la maduración cerebral el niño va adquiriendo un repertorio espacial cada vez más complejo. Algunos de estos aprendizajes son puramente visoespaciales y aparentemente desde muy temprana edad involucran las estructuras del hemisferio derecho. Otras dimensiones espaciales son verbales y están más mediadas por el lenguaje y por tanto suponen una mayor maduración del hemisferio izquierdo.

### **2.2.2.7 Habilidades psicomotoras**

Son habilidades motoras de base para procesos psíquicos superiores que surgen del desarrollo motor del niño. En este caso se define a ritmo y lateralidad.

#### **a. Ritmo**

El ritmo mantiene una estrecha relación con el movimiento, el espacio y el tiempo. Se pueden distinguir dos clases de ritmo:

- El fisiológico: que es entendido como una actividad del propio cuerpo: respirar, caminar, moverse...
- El psicológico, que se halla ligado al sentido de las relaciones en el tiempo.

Según Berruezo (2010), el ritmo tal y como se lo entiende se inicia con el nacimiento, más adelante, a partir de los tres meses, se puede observar cómo el niño sentado en cualquier lugar golpea alterativa y rítmicamente con los pies la superficie sobre la que se apoya.

El desarrollo del ritmo requiere la visión de los diversos estímulos ópticos, la audición de los estímulos auditivos y la capacidad de movimientos para seguir la secuencia dado. Al principio el ritmo del niño es espontáneo, pero a medida que domine los estímulos visuales y auditivos podrá ir practicando un ritmo voluntario y de acuerdo con estímulos externos (Boscaini, 2008).

Para la enseñanza del ritmo conviene que se tenga en cuenta las siguientes normas:

- El ritmo debe ser provocado por estímulos visuales o auditivos.
- Al principio los ritmos visual y auditivo deben ser idénticos.
- Interesa comenzar con un ritmo cercano al espontáneo para llegar gradualmente al voluntario.
- Al finalizar se variará el ritmo, ya sea usando medios visuales o auditivos.

En cuanto al ritmo, parece claro que una sucesión de movimientos cualesquiera es más fácil de realizar y menos agotador cuando se hacen rítmicamente gracias a que van alternados los tiempos fuertes y débiles, o sea los de esfuerzo y los de relajación (Jiménez, et al., 2010).

El ritmo guarda relación con el hemisferio izquierdo, ya que este es el más especializado en la programación y en el análisis secuencial. Al mismo tiempo, al tratarse de una tarea de codificación auditiva no verbal, exige la activación del hemisferio derecho, más especializado en la interpretación de los sonidos no lingüísticos (Berruero, et al., 2010).

#### b. Lateralidad

La lateralización es la última etapa evolutiva filogenética y ontogenética del cerebro en sentido absoluto (Berruero, et al., 2010).

El cerebro se desarrolla de manera asimétrica y tal asimetría hemisférica no se reduce sólo a la corteza, sino también a las estructuras que se encuentran por debajo de ella (a diferencia de los animales). Por ejemplo, en la memoria, el hipocampo parece tener un papel diferenciado: la parte derecha está preparada para las funciones propias de la memoria a corto plazo, mientras que la parte izquierda lo está para las funciones propias de la memoria a largo plazo. Hipocampo y tálamo, además, intervienen en el lenguaje. El núcleo estriado y el hipotálamo regulan en modo diverso el funcionamiento hormonal, endocrino, influyendo también en la emotividad. Igualmente, existen equivalencias derecho-izquierdas también a nivel sensorial, a nivel de receptores sensoriales (nivel perceptivo) (Chávez, 2003).

La lateralidad corporal es la preferencia en razón del uso más frecuente y efectivo de una mitad lateral del cuerpo frente a la otra. Inevitablemente se hace referencia al eje corporal longitudinal que divide al cuerpo en dos mitades idénticas, en virtud de las cuales se distinguen dos lados, derecho e izquierdo y los miembros repetidos se distinguen por razón del lado del eje en el que se encuentran (brazo, pierna, mano, pie..., derecho o izquierdo). Igualmente, el cerebro queda dividido por ese eje en dos mitades o hemisferios que dada su diversificación de funciones (lateralización), imponen un funcionamiento lateralmente diferenciado (Rosselli, et al., 2010).

Es la lateralidad cerebral la que ocasiona la lateralidad corporal, es decir, porque existe una especialización de los hemisferios, y dado que cada uno rige a nivel motor el hemicuerpo contralateral, es por lo que existe una especialización mayor o más precisa para algunas acciones de una parte del cuerpo sobre la otra. Pero, aunque en líneas generales esto es así, no se puede despreciar el papel de los aprendizajes y la influencia ambiental en el proceso de lateralización que construirá la lateralidad corporal.

Según José Antonio Portellano la lateralidad corporal parece, pues, una función consecuente del desarrollo cortical que mantiene un cierto grado de adaptabilidad a las influencias ambientales. En realidad la capacidad de modificación de la lateralidad neurológicamente determinada en procesos motrices complejos es bastante escasa (no supera el 10%), lo que lleva a pensar en la existencia de una lateralidad corporal morfológica, que se manifestaría en las respuestas espontáneas, y de una lateralidad funcional o instrumental que se construye en interacción con el ambiente y que habitualmente coincide con la lateralidad espontánea, aunque puede ser modificada por los aprendizajes sociales.

La lateralidad corporal permite la organización de las referencias espaciales, orientando al propio cuerpo en el espacio y a los objetos con respecto al propio cuerpo. Facilita por tanto los procesos de integración perceptiva y la construcción del esquema corporal.

Según Gaston Mialaret la lateralidad se va desarrollando siguiendo un proceso que pasa por tres fases, claramente diferenciadas:

- Fase de indefinición, de indiferenciación clara (0-2 años);
- Fase de alternancia, (2-4 años);
- Fase de automatización, de preferencia instrumental (4-7 años).

En la Educación Preescolar se debe estimular la actividad sobre ambas partes del cuerpo y sobre las dos manos, de manera que el niño tenga suficientes datos para elaborar su propia síntesis y efectuar la elección de la mano preferente (Mialaret, 2005).

### **2.2.3 Trastornos específicos del aprendizaje**

#### **2.2.3.1 Dislexia**

En los niños con dislexia hay una gran dificultad para distinguir las letras o grupos de letras, así como su orden y ritmo dentro de una palabra y/o una frase. Muestran gran dificultad para realizar con éxito el aprendizaje de la lectura, presentando un nivel de lectura significativamente inferior al esperado para la edad o el nivel escolar (Lyon, 2005).

La dislexia afecta al resto de aprendizajes. Todo el comportamiento del niño disléxico se verá afectado por su problema de comunicación. Realizar cualquier tarea, le supone un “derroche de energía”. Se mueve con inseguridad, le cuesta coger un lápiz, situarse frente a un papel, etc (Ramus, et al., 2003).

Según Esmeralda Matute las causas giran alrededor de:

- Una mala lateralización.
- Desorientación espacio-temporal.
- Problemas de percepción.
- Alteraciones en su psicomotricidad (esquema corporal, equilibrio, etc).
- Trastornos de tipo afectivo.

No se debe a ningún defecto visual, auditivo o neurológico. Generalmente, va asociado a la disgrafía.

La mala lateralización le dificultará desplazar y orientar las letras correctamente; ello provocará la realización de inversiones, omisiones, confusiones de éstas que le impedirán alcanzar el nivel de lectura deseable.

El método elegido para el aprendizaje de la lectura influirá en la aparición de este trastorno. Lo ideal y más completo será utilizar un método mixto. No hay métodos buenos ni malos, cualquier método es bueno si se aplica adecuadamente (Ramus, et al., 2003).

Es muy importante detectar el trastorno precozmente e intervenir a través de un equipo compuesto por parvularia, terapeuta físico y psicólogo infantil, intensificando de forma individual dicho aprendizaje. Lo más importante será establecer la causa para poder intervenir de la forma más adecuada y rápida para que no se complique el problema con los siguientes aprendizajes escolares (Defior y Serrano, 2007).

### **2.2.3.2 Disfasia**

Existe una dispersión importante en las habilidades lingüísticas en general, y en la habilidad para adquirir el lenguaje oral en particular. Algunos niños adquieren rápidamente un repertorio léxico importante (aun antes de cumplir un año de edad) y en forma temprana comienzan a unir palabras y construir frases. Otros niños por el contrario, muestran una lentitud en la adquisición de sus habilidades para comprender y producir lenguaje. La disfasia de desarrollo representa un trastorno en la adquisición normal del lenguaje no explicable por retardo mental, déficit sensorial o motor, privación ambiental o alteración emocional (Woods 2005). Además de las dificultades en el desarrollo del lenguaje, hay un grupo de niños que presentan fallas en la adquisición normal del habla, mostrando un retardo en el desarrollo de sus habilidades articulatorias (trastorno fonológico o trastorno en el desarrollo articulatorio), o en la fluidez y ritmo con que se produce el habla (tartamudez).

Durante los primeros años de vida, particularmente entre los 24 y los 36 meses, el vocabulario del niño se incrementa en una forma acelerada (Mc Murray, 2007). Se espera que alrededor del año de edad, el niño pueda utilizar unas 10 palabras diferentes. Hacia el año y medio su vocabulario se incrementa a unas 50 palabras, y hacia los dos años llega a 300 palabras (Fenson, 1993). Durante los años posteriores el incremento en su vocabulario será mucho más acelerado, llegando a adquirir varias palabras por día. El nivel de comprensión, supera el nivel de producción y se estima que hay un desfase entre la producción y la comprensión de aproximadamente cinco meses. Sin embargo estos son simplemente los valores promedio y es importante enfatizar que existe una dispersión significativa en la adquisición del vocabulario durante la infancia; en tanto que algunos niños antes del año de edad ya pueden utilizar más de una docena de palabras, otros comienzan a hacer un uso activo del lenguaje durante el segundo o tercer año de vida.

Según Gerardo Aguado y colaboradores la combinación de palabras (frases de dos palabras) se espera en condiciones normales hacia los 18-24 meses de edad. Hacia los 4-5 años, se espera que el niño haya completado su desarrollo fonológico, posea un léxico básico, y utilice apropiadamente las reglas gramaticales básicas, aunque no necesariamente las excepciones a éstas.<sup>8</sup> Sin embargo se debe tener presente que en general, las normas de desarrollo del lenguaje están sesgadas, ya que ciertas normas han sido obtenidas en niveles socioeconómicos medios, y en niños citadinos por lo que no necesariamente son aplicables en forma directa a niños de niveles socioeconómicos bajos y niños procedentes de medios rurales.

Algunos niños no logran un desarrollo normal del habla y el lenguaje, a pesar de mostrar una inteligencia normal en áreas no verbales. Este subgrupo de niños presenta, en consecuencia, un problema específico en el desarrollo de las habilidades de comunicación. Usualmente se reconocen varias categorías diferentes de trastornos en la comunicación unidos al desarrollo<sup>9</sup>(Chiat, 2010).

Los trastornos de la comunicación o trastornos específicos en el desarrollo del habla y el lenguaje, se pueden definir como trastornos en los

---

<sup>8</sup> A manera de ejemplo sería: el pasado participio de "escribir": escrito.

<sup>9</sup> Clasificación de los trastornos de la comunicación según el DSM-IV y la CIE-10.

cuales los patrones normales de adquisición del lenguaje se encuentran alterados desde los estadios tempranos del desarrollo. Estas condiciones no pueden ser directamente atribuibles a anomalías neurológicas o de los mecanismos del habla, defectos sensoriales, retardo mental o factores ambientales. Los trastornos específicos en el desarrollo del habla y el lenguaje se asocian con otros problemas, tales como dificultades en la lectura y en el deletreo, anomalías en las relaciones interpersonales, y trastornos emocionales o del comportamiento (Haller, et al. 2009).

Sacomani (2009) encontró en un grupo de 163 niños con edades comprendidas entre los 2.8 y los 5.1 años (98 niños,65 niñas) con diferentes trastornos del lenguaje los siguiente subgrupos diagnósticos: retardo simple en la adquisición del lenguaje (31.2%), disfasia de desarrollo (7.4%), afasia infantil adquirida (0.6%),retardo cognitivo (36%), hipoacusia/sordera (10.4%), tartamudez (6.8%), otros (6.8%). Las etiologías halladas fueron: factores orgánicos (daño cerebral temprano) (51%), otopatías tempranas (10%), factores ambientales (24%), factores emocionales (11%), factores familiares (10%) y etiología no determinada (2%). En consecuencia, los trastornos infantiles en la comunicación son heterogéneos, no sólo en su gravedad, sino también en sus manifestaciones clínicas y su etiología.

### **2.2.3.3 Discalculia**

Es un trastorno específico del cálculo aritmético. Suele aparecer asociado a la dislexia, la disgrafía y a trastornos de la atención.

Los problemas más frecuentes que se suelen observar son:

- confundir los números.
- invertirlos.
- escribir los números en espejo.
- y los problemas derivados de todo esto.

El tratamiento va enfocado a encontrar la causa, y aplicar lo antes posible una atención individualizada y específica sobre los conceptos aritméticos, por

parte de un psicólogo infantil (a partir de material concreto para estimular la comprensión). Es conveniente intervenir cuanto antes para que no aumente el problema con los siguientes aprendizajes.

#### **2.2.3.4 Apraxia. Dispraxia**

El niño que presenta una apraxia conoce el movimiento que ha de hacer, pero no es capaz de realizarlo correctamente. Se trata de un trastorno psicomotor y neurológico.

Existen muchos tipos de apraxias, y reciben nombres en función de la localización de su incapacidad:

- a. Apraxia ideatoria: en este caso, para el niño resulta imposible “conceptualizar” ese movimiento.
- b. Apraxia de realizaciones motoras: al niño le resulta imposible ejecutar determinado movimiento, previamente elaborado. No hay trastorno del esquema corporal. Se observan movimientos lentos, falta de coordinación.
- c. Apraxia constructiva: incapacidad de copiar imágenes o figuras geométricas. Suele haber una mala lateralidad de fondo.
- d. Apraxia especializada: sólo afecta al movimiento realizado con determinada parte del cuerpo:
- e. Apraxia facial: referente a la musculatura de la cara.
- f. Apraxia postural: referente a la incapacidad de realizar ciertas coordinaciones motrices.
- g. Apraxia verbal: el niño comprende la orden que se le da, pero motrizmente es incapaz de realizarla.
- h. Planotopocinesias y cinesias espaciales: el niño muestra gran dificultad en imitar gestos, por muy simples que éstos sean, ya que ha perdido los puntos de referencia fundamentales (de arriba-abajo, derecha-

izquierda,...). El esquema corporal está muy desorganizado (Jiménez Ortega y Jiménez de la Calle, 2010).

Las dispraxias son otra clase de apraxia, pero de menor gravedad. Dentro de las dispraxias hay diversos grados de afectación. El niño “dispráxico” tiene una falta de organización del movimiento. Suele confundirse, a veces, con la “debilidad motriz”; de ello depende un buen diagnóstico. No hay lesión neurológica. Las áreas que sufren más alteraciones son la del esquema corporal y la orientación temporo-espacial. Aunque el lenguaje suele no estar afectado, el niño con dispraxia presenta fracaso escolar, pues la escritura es de las áreas más afectadas.

#### **2.2.3.5 Disfemia**

Conocida como tartamudez, se caracteriza por silencios, repeticiones y prolongaciones audibles involuntarias de una producción verbal, bien sea una sílaba o palabra (Monge, Díaz., et al. 2000). La tartamudez es entonces un defecto en la fluidez representado por una interrupción en el ritmo normal del habla que se caracteriza por repeticiones involuntarias prolongaciones o pausas en los sonidos. La tartamudez en consecuencia tiene dos aspectos: un aspecto tónico representado por pausas y prolongaciones en la emisión verbal; y un aspecto clónico, consistente en las repeticiones de sílabas o palabras (iteraciones).

El CIE-10 (OMS, 2005) define la tartamudez como un trastorno en la fluidez normal y el patrón temporal del habla que es inapropiado de acuerdo a la edad del individuo. Este trastorno está caracterizado por repeticiones frecuentes o prolongaciones de sonidos (fonemas) o sílabas. También se pueden encontrar otros tipos de defectos en la fluidez, como son interjecciones inapropiadas de acuerdo al contexto, palabras trucas, bloqueos audibles o silenciosos, circunlocuciones, producción de palabras con una tensión física

excesiva y repetición de monosílabas. En su definición de tartamudez el DSM-IV<sup>10</sup>, incluye las siguientes características:

1. Alteración en la fluidez normal y el patrón temporal del habla caracterizado por la ocurrencia frecuente de una o más de las siguientes: repeticiones de sonidos y sílabas; prolongaciones de sonidos; interjecciones; palabras cortadas (pausas dentro de la palabra); bloqueo audible o silencioso; circunlocuciones; palabras producidas con tensión física excesiva y repeticiones de palabras monosilábicas.
2. La alteración en la fluidez interfiere con los logros académicos u ocupacionales o con la comunicación social.
3. Si existe un defecto motor o sensorial en el habla, las dificultades en el habla son más de las usualmente asociadas con ese defecto.

#### **2.2.3.6 Otros**

##### **a. Trastorno de aprendizaje no verbal (TANV)**

Desde 1971 se empezó a hablar del trastorno de aprendizaje no verbal (TANV) por autores como Johnson y Myklebust, aunque sin duda ha sido Rourke quien mejor ha definido el cuadro (Rourke, 1995). Los niños con este trastorno tienen preservado el lenguaje, pero presentan dificultades visoperceptivas, así como frecuentes manifestaciones alexitímicas que se expresan mediante la dificultad para la comprensión del significado del contexto social y de la comunicación no verbal.<sup>11</sup> Dada la importancia de estos síntomas “emocionales” en el TANV algunos autores han definido el cuadro como un trastorno del aprendizaje socioemocional (Denckla, 1983). Los síntomas del TANV afectan a muchos procesos visoperceptivos, cognitivos, psicomotores y afectivo-emocionales. Sus manifestaciones más habituales son:

---

<sup>10</sup> Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. Cuarta edición.

<sup>11</sup> Gestos, caricias o expresiones faciales.

1. Aparición Precoz, antes del inicio de la edad escolar: no se trata de un trastorno adquirido, sino que ya se manifiesta desde fases tempranas.
2. Frecuente presencia de antecedentes familiares, en los que los síntomas son habituales.
3. Lesión o disfunción en el hemisferio derecho, lo que hace que también se haya denominado trastorno de aprendizaje del hemisferio derecho. Dado que el izquierdo suele ser casi siempre el hemisferio dominante para las funciones lingüísticas, mientras que el derecho es dominante en las perceptivo-espaciales, es habitual que el TANV pase más desapercibido que otras patologías como dislexia o discalculia o trastornos del lenguaje, más vinculadas al hemisferio izquierdo. Como consecuencia de las lesiones en la parte derecha es frecuente que los déficits perceptivos y motores de los niños con TANV se manifiesten más intensamente en el hemicuerpo izquierdo.
4. Mayor expresividad de los síntomas en niños de mayor edad. Mientras que a la edad de cuatro años el patrón de desvío es menor, en cambio los síntomas se hacen más explícitos a medida que el pequeño se acerca a la adolescencia.
5. Se sugiere que la causa del TANV se debe a alteraciones en la sustancia blanca cerebral. La neuroimagen funcional ha demostrado que existen ligeras anomalías en el hemisferio derecho. Incluso cuando dichas anomalías estructurales no se observan, la evaluación neuropsicológica sí pone de manifiesto la existencia de alteraciones cognitivas relacionadas con dicho hemisferio.

La lesión del hemisferio derecho condiciona los síntomas que habitualmente presentan los niños con TANV. En primer lugar se observa un grupo de déficits primarios que afectan a la percepción visual y táctil, presentando problemas de coordinación y dificultades para afrontar nuevas situaciones. Como consecuencia de estos déficits, los niños con TANV, presentan trastornos de atención y memoria táctil y visual, así como problemas de funcionamiento

ejecutivo que afectan a formación de conceptos, razonamiento abstracto y velocidad de procesamiento de la información. Tienen, además, dificultades de organización espacial, adaptación a nuevas situaciones y problemas para la interpretación de la información no verbal. El resultado final se traduce en fracaso escolar y disminución de las habilidades sociales.

#### b. Signos neurológicos menores

Los signos neurológicos menores (SNM) son la expresión neuroconductual de la disfunción cerebral en la infancia (Teeter, 2007). Están presentes en muchos niños inmaduros, por lo que no se debe pensar que en estos casos únicamente subyace un problema de retraso madurativo simple, sino que realmente se trata de niños con disfunción cerebral (Evrard, 2004). Muchas veces se les considera inmaduros, lo que impide que se realicen medidas específicas de evaluación o intervención neuropsicológica, con el consecuente riesgo de estancamiento y fracaso escolar. La importancia de los SNM como expresión visible de la disfunción cerebral subyacente ha sido avalada por numerosos estudios desde hace más de tres décadas.

Para evaluar los SNM se pueden utilizar criterios clínicos que alcanzan un 80% de eficacia. Otro método es la utilización de pruebas psicométricas que permiten comparar los trastornos del niño disfuncional con el resto de la población normal. Para esta segunda opción se dispone de diversos instrumentos, la mayoría de ellos baremados en países europeos. En nuestro entorno son escasas las pruebas para evaluar los SNM.

Una descripción de los principales signos neurológicos menores que acompañan a la disfunción cerebral se pueden ver en la siguiente tabla.

**Tabla 2.**

**Clasificación de los signos neurológicos menores**

MODALIDAD	SIGNO NEUROLÓGICO
MOTORES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hiperactividad.</li> <li>- Trastornos del tono muscular.</li> <li>- Reflejos asimétricos o anómalos.</li> <li>- Trastornos del equilibrio.</li> <li>- Trastornos de la marcha.</li> <li>- Lentitud en la marcha.</li> <li>- Dificultad para mantenerse a la pata coja a partir de los 6 años.</li> <li>- Trastornos de la coordinación.</li> <li>- Trastornos de la motricidad fina y gruesa.</li> <li>- Inestabilidad postural.</li> <li>- Impersistencia motora (incapacidad de mantener los brazos extendidos horizontalmente durante más de 30 segundos, con los ojos cerrados y la lengua fuera).</li> <li>- Movimientos coreiformes.</li> <li>- Temblores.</li> <li>- Disartria.</li> <li>- Disdiadococinesia (movimientos rápidos y alternantes ejecutados mediocrementemente).</li> <li>- Sincinesias (movimientos desbordantes o en espejo).</li> <li>- Hipocinesia.</li> <li>- Nistagmo.</li> <li>- Ptosis palpebral.</li> <li>- Apraxia orofacial, babeo y sacudidas de mandíbula.</li> <li>- Dificultad en unir el dedo pulgar con los restantes dedos.</li> <li>- Dificultad para dar una patada a un balón.</li> <li>- Prensa inmadura del lapicero.</li> <li>- Lentitud en los movimientos de labios y lengua.</li> </ul>
PERCEPTIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trastornos de orientación espacial.</li> <li>- Dificultad para el reconocimiento derecha- izquierda.</li> <li>- Trastornos de discriminación auditiva.</li> <li>- Trastornos visoperceptivos.</li> <li>- Dificultad para construir con bloques tridimensionales.</li> <li>- Dificultad para la integración audiovisual.</li> <li>- Agnosias visuales.</li> <li>- Discriminación digital deficitaria.</li> <li>- Agnosias táctiles.</li> <li>- Agnosias espaciales.</li> <li>- Asterognosia.</li> <li>- Trastornos del esquema corporal.</li> </ul>
OTROS SIGNOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificultades neuropsicológicas de aprendizaje.</li> <li>- Síntomas disejecutivos: dificultad para la planificación de la conducta.</li> <li>- Trastornos de atención sostenida.</li> <li>- Distrabilidad.</li> <li>- Trastornos de lateralización, especialmente después de los 6 años.</li> <li>- Alteración en procesos cognitivos: memoria y razonamiento.</li> <li>- Anomalías difusas leves en pruebas neurofisiológicas o de neuroimagen.</li> <li>- Trastornos de conducta.</li> <li>- Trastornos del sueño.</li> <li>- Cefaleas.</li> <li>- Enuresis.</li> <li>- Retraso del lenguaje.</li> <li>- Problemas de articulación en el habla.</li> <li>- Trastornos del lenguaje oral o escrito.</li> <li>- Disnomia (dificultad para encontrar las palabras).</li> </ul>

Fuente: <http://clubensayos.com/Psicolog%C3%ADa/Signos-Neurol%C3%B3gicos-Blandos>

## **2.2.4 Evaluación Neuropsicológica**

### **2.2.4.1 Concepto**

La evaluación neuropsicológica infantil es el conjunto de técnicas clínicas, psicométricas, neurológicas o de otro tipo que se utilizan para conocer las funciones sensorio-perceptivas, motoras y afectivo-comportamentales del niño (Hebben y Milberg, 2009). El neuropsicólogo infantil debe interpretar la conducta desde el cerebro y este es el factor diferencial con respecto a otros sistemas de evaluación psicológica (Rosselli, Matute y Ardila, 2010). La exploración neuropsicológica va más allá del diagnóstico psicométrico o de la interpretación cognitiva de las funciones mentales, ya que pretende conocer en última instancia cuál es el estado de las relaciones conducta-cerebro en el niño (Batchelor, 2007).

Históricamente la evaluación neuropsicológica ha ido evolucionando en paralelo a la concepción que se tenía en cada momento del daño cerebral. Hasta la década de los años 50 se sostenía una concepción más global del mismo, en términos de “todo” o “nada” (López de Ibáñez, 1998). Con frecuencia se ha utilizado el término de “organicidad cerebral” para referirse de un modo genérico a las consecuencias derivadas del daño cerebral sobre el comportamiento. Según esta concepción, si la lesión era global, sería suficiente una única prueba de evaluación para llevar a cabo el proceso diagnóstico. Dentro de este paradigma surgieron algunas pruebas de gran importancia, como el Test Gestáltico Visomotor de Lauretta Bender (1985), que sigue siendo uno de los más utilizados internacionalmente en el ámbito de la evaluación neuropsicológica (Semrud, et al., 2011).

Desde que la Neuropsicología se registró como ciencia autónoma, la evaluación neuropsicológica infantil se dejó de entender como un proceso unitario, para distinguirse como un método que permitía evaluar tanto a niños sanos como a los que presentaban patologías muy diversas: lesiones cerebrales graves, disfunción cerebral, retrasos del desarrollo, epilepsia, dificultades específicas de aprendizaje, etc. (Lezak, et al. 2004). Desde este

enfoque se acepta que no existe ninguna prueba que por sí sola permita evaluar completamente y de un modo fiable el daño cerebral en todas sus modalidades, por lo que hay que recurrir a una batería de pruebas neuropsicológicas que permitan valorar todo el espectro que forman las funciones mentales superiores del niño (Baron, 2000).

#### **2.2.4.2 Objetivos**

La evaluación neuropsicológica infantil tiene como principal objetivo la identificación del estatus neuropsicológico del niño, tratando de identificar qué áreas cognitivas están alteradas, tanto en niños sanos como en los que presentan inmadurez o en los que han sufrido algún tipo de daño o disfunción cerebral durante el embarazo, el parto o en los primeros años de vida. Es necesario en todo momento relacionar los hallazgos en las pruebas neuropsicológicas con las estructuras cerebrales subyacentes, tratando de establecer hipótesis sobre el origen de las alteraciones observadas (Akhutina, 2002).

Según Nancy Hebben y colaboradores (2009), la evaluación neuropsicológica se centra en la identificación de los puntos fuertes y débiles del perfil cognitivo del niño. Los puntos fuertes son las áreas cognitivas o perceptivo-motoras que están mejor preservadas después de una lesión cerebral y también son las áreas donde el niño obtiene mejor rendimiento cuando no hay evidencia de lesión cerebral. Los puntos débiles, por el contrario, son las áreas en las que la exploración neuropsicológica refleja mayor déficit o menor eficiencia. El análisis de los puntos débiles permite identificar cuáles son las áreas que van a necesitar una intervención más específica y constituye el punto de partida que debe guiar el programa de rehabilitación neuropsicológica o los programas de enriquecimiento dentro del ámbito educativo, adaptándose a las necesidades específicas de cada niño. Hay que destacar que los niños tienen una mayor plasticidad cerebral que los adultos, por lo que tienen mayores posibilidades de mejorar sus funciones

cognitivas mediante la aplicación de las técnicas de estimulación (Muñoz, 2009).

### **2.3 MARCO CONCEPTUAL**

La madurez neuropsicológica se define como el nivel de organización y desarrollo madurativo que permite el desenvolvimiento de las funciones cognitivas y conductuales de acuerdo a la edad cronológica del sujeto (Portellano, Mateos & Martínez, 2000). En este proceso de desarrollo, la maduración del sistema nervioso central requiere de una secuencia de procesos más compleja que otras estructuras nerviosas, haciendo a este sistema particularmente vulnerable a influencias del ambiente (Rodier, 1994, 2004, en Dietrich et al., 2005), principalmente durante la edad preescolar y escolar, generándose por medio de la interacción entre el ambiente y el sistema nervioso cambios a nivel funcional y estructural (Huttenlocher & Dabholkar, 1997; Korkman, 2001), tales como la adquisición de las habilidades cognitivas básicas y el conocimiento de la cultura, además de lograr internalizar los patrones conductuales, motivos y valores de un contexto sociocultural particular (Luria, 1984; Martínez, 1999; Vygotsky, 1981).

La evaluación de la madurez neuropsicológica se realiza por medio de la administración de instrumentos que miden las distintas áreas de funcionamiento cerebral, específicamente de las funciones cognitivas superiores (Silver et al, 2006), existiendo consenso en la investigación de que las principales funciones cognitivas a evaluar son la atención, el lenguaje, las funciones sensoriomotrices, funciones perceptuales y memoria, además de la asimetría funcional o lateralización (Korkman, 2001).

Según Álvaro Marchesi y Cesar Coll (2009), los retrasos en la maduración neuropsicológica, se refieren a las alteraciones que afectan a la estructura cerebral o solamente a su funcionamiento, y, en ambos casos, tienen consecuencias sobre el desarrollo. Pueden ser retrasos madurativos que afectan a la estructura cerebral como los de la maduración del Sistema Nervioso Central o genético-constitucionales del hemisferio izquierdo. También

puede haber retrasos evolutivo-funcionales del hemisferio cerebral izquierdo que provocan demoras en la adquisición de habilidades de coordinación visomotriz, de discriminación perceptiva y lingüística. En el caso de los retrasos en la maduración del hemisferio derecho, se advierte la relación con las Dificultades de Aprendizaje de las matemáticas, aunque ningún hemisferio es el único responsable de un aprendizaje específico, sino que cada hemisferio completa las funciones del otro.

## **2.4 MARCO LEGAL**

La Constitución de la República en su Artículo 347, en el numeral 5, establece que será responsabilidad del Estado entre otras garantizar el respeto del desarrollo psicoevolutivo de los niños, niñas y adolescentes, en todo el proceso educativo

La Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), en el Título I, De los principios generales, en el Capítulo único, Del ámbito, principios y fines, en el Artículo 2. De los Principios en el literal f. Del Desarrollo de procesos, define que: “Los niveles educativos deben adecuarse a ciclos de vida de las personas, a su desarrollo cognitivo, afectivo y psicomotriz, capacidades, ámbito cultural y lingüístico, sus necesidades y las del país, atendiendo de manera particular la igualdad real de grupos poblacionales históricamente excluidos o cuyas desventajas se mantienen vigentes, como son las personas y grupos de atención prioritaria previstos en la Constitución de la República”.

Esta misma Ley, en el Título II, De los derechos y obligaciones, Capítulo cuarto, De los derechos y obligaciones de Las y los docentes, Artículo 11 de las Obligaciones, en el literal i: “Dar apoyo y seguimiento pedagógico a las y los estudiantes, para superar el rezago y dificultades en los aprendizajes y en el desarrollo de competencias, capacidades, habilidades y destrezas”

La LOEI establece que “Todos los alumnos deberán ser evaluados, si requiere el caso, para establecer sus necesidades educativas y las características de la educación que necesita. El sistema educativo promoverá la detección y atención temprana a problemas de aprendizaje especial y

factores asociados al aprendizaje que pongan en riesgo a estos niños, niñas y jóvenes, y tomarán medidas para promover su recuperación y evitar su rezago o exclusión escolar”.<sup>12</sup>

Para el cabal cumplimiento de la Ley es de suma importancia un diagnóstico neuropsicológico individualizado que le permita al docente conocer el grado de desarrollo psicoevolutivo de cada alumno para realizar adaptaciones y/o mejorar los objetivos curriculares. Un diagnóstico neuropsicológico no solo es necesario en los alumnos que presentan algún tipo de disfunción cerebral o dificultades de aprendizaje, para ayudarlos a superar estas dificultades, sino también en los que no presentan problemas aparente, con el objetivo de identificar y mejorar sus posibilidades educativas.

## **2.5 MARCO TEMPORAL, ESPACIAL**

Las evaluaciones se llevaron a cabo en dos meses, ya que fueron realizadas en forma individual a todos los niños de tercer año de Educación Básica en la “Escuela Experimental “Quintiliano Sánchez”, ubicada en el sector de la Floresta en el Distrito Metropolitano de Quito.

## **2.6 SISTEMA DE HIPÓTESIS**

- Hipótesis General

El 20% de los niños de tercer año de Educación Básica de la Escuela Experimental “Quintiliano Sánchez” presentan un nivel bajo de desarrollo neuropsicológico.

- Hipótesis Específicas

a) No existen diferencias significativas de madurez neuropsicológica entre hombres y mujeres.

b) La función con mayores problemas es el lenguaje.

---

<sup>12</sup> Título III. Del sistema nacional de educación. Capítulo sexto. De las necesidades educativas específicas. Artículo 47. Educación para las personas con discapacidad.

## **2.7 SISTEMA DE VARIABLES**

### **2.7.1 Conceptualización**

- Grado de madurez neuropsicológica: Es el nivel de eficiencia cognitiva del niño mediante un Índice de desarrollo neurológico (IDN), que se obtiene combinando las puntuaciones de varias pruebas en función de unos coeficientes de ponderación.
- Áreas de la madurez neuropsicológica del escolar: Es el desarrollo madurativo global del niño durante el período escolar, en cuanto al lenguaje, memoria, visopercepción, función ejecutiva, ritmo y lateralidad.
- Sexo: Condición orgánica, masculina o femenina, del ser humano, de los animales y las plantas.
- Edad: Tiempo que ha vivido una persona.

## **CAPÍTULO III**

### **3 MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Este estudio es descriptivo, ya que se obtuvieron datos que permitieron determinar el grado de madurez neuropsicológica en niños de tercer año de Educación Básica. También fue transversal ya que se realizó a cada niño de manera individual en una sesión de aproximadamente cuarenta minutos, haciendo un corte en el tiempo.

#### **3.2 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación fue de campo ya que se obtuvieron los datos requeridos de la población en estudio mediante la aplicación de un cuestionario y sin controlar las variables.

#### **3.3 MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN**

El método de investigación utilizado fue la encuesta, ya que se recaudaron datos por medio de un cuestionario prediseñado, sin modificar el entorno ni controlar el proceso que se va a investigar.

#### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población del estudio son todos los niños matriculados en el tercer año de Educación Básica del año lectivo 2012-2013, tanto del paralelo "A", como del paralelo "B". El número poblacional es de setenta niños, de los cuales treinta y siete son niños y treinta y tres son niñas. Debido a que la

investigación pretende determinar el grado de madurez neuropsicológica de los niños de tercer año de Educación Básica, no se seleccionó muestra sino que se trabajó con toda la población.

### 3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3.

Operacionalización de Variables

<b>Variable Conceptual</b>	<b>Variable real Dimensiones</b>	<b>Variable operacional Indicadores</b>	<b>Ítems</b>
Grado de madurez neuropsicológica	Índice de desarrollo neurológico (IDN). Sumatoria de los puntajes de cada prueba	Puntuación típica del 60 al 140	Muy bajo Bajo Medio bajo Medio Medio alto Alto Muy Alto
Áreas de la Madurez neuropsicológica del escolar	Leguaje, Memoria, Visopercepción, Función ejecutiva, Ritmo. Lateralidad.	Las puntuaciones de cada área en decatipo del 1 al 10	Muy bajo Bajo Medio bajo Medio Medio alto Alto Muy Alto
Sexo	Masculino Femenino	Número y porcentaje de niños y niñas.	# y % niños # y % niñas
Edad	Años en el momento de la evaluación.	Rango de edad desde 7 años 1 mes a 7 años 11 meses.	7 años 7 años 1 mes 7 años 2 meses 7 años 3 meses 7 años 4 meses 7 años 5 meses 7 años 6 meses 7 años 7 meses 7 años 8 meses 7 años 9 meses 7 años 10 meses 7 años 11 meses

Elaborado por: Carolina Turriaga

## **3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.6.1 Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Escolar (CUMANES)**

En este estudio se utilizó el Cuestionario de Madurez Neuropsicológica para Escolares (CUMANES), que permite valorar de un modo extenso el desarrollo cognitivo de los niños entre 7 y 11 años en seis dominios o áreas diferentes: Leguaje, visopercepción, función ejecutiva, memoria ritmo y lateralidad. Es considerado una prueba de evaluación neuropsicológica, es decir, trata de relacionar los resultados obtenidos por cada niño con el funcionamiento del cerebro.

Los autores del CUMANES son José Antonio Portellano Pérez<sup>13</sup>, Rocío Mateos Mateos<sup>14</sup> y Ma. Del Rosario Martínez Arias<sup>15</sup>. Editado por TEA Ediciones, S.A.U.<sup>16</sup>

### **3.6.2 Objetivos del test**

El Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Escolar (CUMANES), persigue los siguientes objetivos:

#### **a. Diagnóstico**

El diagnóstico neuropsicológico tiene una doble finalidad: 1) conocer el grado de preservación o deterioro existente en los diferentes dominios cognitivos evaluados, como consecuencia del daño, disfunción o inmadurez del sistema nervioso; y 2) relacionar los hallazgos observados en la exploración con las correspondientes áreas

---

<sup>13</sup> Doctor en Psicología y especialista en Psicología clínica en Neuropsicología. Ejerce como profesor titular en la Facultad de Psicología de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), desde hace 25 años.

<sup>14</sup> Doctora en Psicología, especialista en Psicología del Lenguaje (Logopedia) y Neuropsicología. Ejerce como profesor titular en la Facultad de Psicología de la Universidad Complutense de Madrid, desde hace 16 años.

<sup>15</sup> Máster en Metodología de las Ciencias del Comportamiento y de la Salud. Catedrática en esta misma área de la Facultad de Psicología de la UCM. Sus áreas de investigación fundamentales son la evaluación psicológica y educativa y la psicometría.

<sup>16</sup> Empresa fundada en 1957 con el nombre de Ediciones TEA. Primera empresa española en la edición y elaboración de tests y pruebas de evaluación psicológica.

cerebrales que pudieran estar afectadas. Esta evaluación es especialmente útil cuando las exploraciones neurológicas, neurofisiológicas o mediante neuroimagen anatómica no evidencian alteraciones significativas. La función diagnóstica del CUMANES pretende, en definitiva, conocer el nivel de desarrollo neuromadurativo alcanzado por el niño, identificando las debilidades de su perfil para relacionarlos con las áreas corticales implicadas.

b. Orientación escolar

La Neuropsicología infantil está estrechamente relacionada con la escuela, ya que las alteraciones neuropsicológicas del niño frecuentemente se traducen en problemas de aprendizaje y en fracaso escolar. De hecho, la Neuropsicopedagógica es una división de la Neuropsicología infantil que adquiere una gran relevancia tratando de comprender la interacción entre los problemas de aprendizaje en el aula y el cerebro infantil. El diagnóstico neuropsicológico individualizado permite conocer la madurez de cada alumno para realizar adaptaciones y mejorar los objetivos curriculares (Manga y Ramos, 2009). Los resultados obtenidos en la evaluación pueden servir como base para enriquecer y adaptar los contenidos educativos y prevenir el fracaso escolar. El CUMANES se concibió con la posibilidad de utilizarlo como instrumento de evaluación neuropsicológica en el ámbito escolar. El diagnóstico neuropsicopedagógico no solo es necesario en los alumnos que presentan algún tipo de disfunción cerebral o dificultades de aprendizaje, sino también en los que no presentan problemas aparentes, con el objetivo de identificar mejor sus posibilidades educativas para aprovecharlas al máximo dentro del aula.

c. Control de la evolución

La evaluación neuropsicológica mediante el CUMANES sirve para conocer cuál es la evolución que experimentan los niños que están recibiendo algún tipo de rehabilitación cognitiva, terapia del lenguaje, tratamiento psicomotor o refuerzo pedagógico. De esta manera se

puede conocer su eficacia, modificando los objetivos terapéuticos si procede. El control evolutivo también es necesario cuando el niño está recibiendo algún tipo de tratamiento psicofarmacológico, ya que sus efectos pueden interferir en el rendimiento cognitivo, especialmente en cuadros como el trastorno por déficit de atención o la epilepsia (Brazelton y Cramer, 2010).

#### d. Prevención

La evaluación neuropsicológica infantil debe prestar especial atención a los niños con antecedentes de riesgo biológico, especialmente antes de los 6 años. Diversos trastornos producidos durante el embarazo, el parto o en los primeros meses de desarrollo son susceptibles de producir disfunción cerebral; sus efectos pueden tener una expresión demorada, no haciéndose patentes hasta que se observa un retraso patente en la activación de un determinado sistema funcional, como el lenguaje, la consolidación de la lateralidad o la lectura (Ardila et al., 2005). Aunque el CUMANES es una prueba neuropsicológica escolar para la etapa correspondiente a la Educación Primaria, es aconsejable su utilización cuando haya antecedentes personales de riesgo biológico, alteraciones perinatales, así como cuando existan antecedentes familiares de patologías disfuncionales (Gutierrez, 2005).

### **3.6.3 Finalidad**

El CUMANES, permite valorar el desarrollo madurativo global del niño durante el periodo escolar. Permite realizar una evaluación del nivel de madurez y del rendimiento cognitivo en un amplio repertorio de funciones mentales (lenguaje, memoria, visopercepción, función ejecutiva, ritmo y lateralidad), por lo que debe ser considerado como una prueba de diagnóstico global que mide el nivel de maduración neuropsicológica de los niños con edades comprendidas entre los 7 y los 11 años.

Los resultados que ofrece el CUMANES son de utilidad para:

1. Conocer el desarrollo neuropsicológico global de cada niño en comparación con los sujetos de su edad, mediante el índice de desarrollo neuropsicológico (IDN).
2. Identificar los puntos fuertes y débiles del perfil neuropsicológico de cada niño, con el objetivo de preparar programas de intervención que faciliten la normalización y mejoría de su eficiencia cognitiva.
3. Proporcionar información relevante y fiable para el diagnóstico neuropsicológico, en los casos en los que se detecten problemas.
4. Facilitar la orientación educativa de los niños que siguen escolaridad normal, mediante la preparación de programas de intervención neuropsicopedagógica.

#### **3.6.4 Ámbitos de aplicación**

Las pruebas del CUMANES se pueden aplicar a cualquier niño entre los 7 y los 11 años siempre que sepa leer, no tenga un grado de discapacidad cognitiva severa y no presente trastornos sensoriomotrices graves que impidan la ejecución de las pruebas.

La aplicación es individual y la duración de la misma es de aproximadamente entre 40 y 50 minutos.

Los resultados proporcionados por el CUMANES pueden ser de gran utilidad clínica y educativa en las siguientes poblaciones:

- Niños que siguen escolaridad normal: para conocer el desarrollo de sus funciones cognitivas y sus puntos fuertes y débiles, realizando una adecuada y más eficaz orientación psicopedagógica.
- Muestras clínicas de niños que presenten trastorno por déficit de atención e hiperactividad, dificultades neuropsicológicas de aprendizaje, trastornos del lenguaje, dificultades psicomotoras, etc.
- Niños que han sufrido traumatismo craneoencefálico.
- Niños con epilepsia.

- Niños con bajo peso al nacer.
- Niños que presenten fracaso escolar: para determinar el grado de afectación de las funciones cognitivas y programar medidas pedagógicas o de rehabilitación cognitiva más específicas.
- Niños con disfunción cerebral producida durante el embarazo o perinatalmente.
- Otras poblaciones pediátricas con riesgo de presentar disfunción cognitiva: celiaquía, enfermedades médicas crónicas.<sup>17</sup>

### 3.6.5 Contenido y Estructura

El CUMANES es una batería compuesta por 12 pruebas que se agrupan en 6 secciones. Estas se deben aplicar siempre en el orden en el que aparecen en el cuadernillo de anotación.

#### a. Lenguaje

Esta es la sección más amplia del CUMANES e incorpora un total de 6 pruebas.

##### Comprensión audioverbal

La prueba Comprensión audioverbal consiste en la lectura en voz alta de un texto de 268 palabras por parte del examinador. A continuación se pide al niño que responda a 10 preguntas planteadas verbalmente relacionadas con el contenido del texto y se concede un punto por cada respuesta correcta.

##### Comprensión de imágenes

En la prueba Comprensión de imágenes se presentan al niño 20 imágenes de objetos de dificultad creciente y se le pide que nombre qué objetos son. Las imágenes se presentan consecutivamente durante 10 segundos cada una.

##### Fluidez fonológica

---

<sup>17</sup> Cardiopatía, trastornos del crecimiento, trastornos metabólicos, diabetes infantil, etc.

La prueba consiste en una tarea clásica de fluidez fonológica en la que se pide al niño que diga el mayor número de palabras posible que empiecen por la letra “m” durante 1 minuto. Previamente se realiza un ensayo con la letra “p”.

#### Fluidez semántica

Al igual que la anterior, la prueba de fluidez semántica es una tarea clásica en la que se pide al niño que diga el mayor número de palabras pertenecientes a la categoría “animales”. Previamente se ensaya pidiéndole que diga palabras que pertenezcan a la categoría “frutas”.

#### Leximetría

La prueba consiste en la lectura en voz alta de un texto de 226 palabras. Se cronometra el tiempo (en segundos) que tarda en leerlo. Después se plantean 8 preguntas dirigidas a evaluar la comprensión del niño sobre los contenidos del texto que acaba de leer.

Esta prueba ofrece dos puntuaciones diferentes. La primera de ellas, y más importante puesto que contribuye al cálculo del IDN, es la de Comprensión lectora, que se obtiene a partir de las preguntas formuladas sobre el texto. La segunda puntuación, Velocidad lectora, se obtiene a partir del tiempo que el niño tarda en leer el texto, lo que dividido por el número de palabras del texto, permite obtener un índice de su velocidad lectora. Por este motivo es imprescindible que lea el texto en su totalidad.

#### Escritura audiognósica

La prueba consiste en el dictado de palabras y frases que el niño debe copiar en el ejemplar. En total se dictan 6 palabras y 4 frases.

#### b. Visopercepción

En esta prueba se presenta al niño una serie de 11 figuras geométricas, y su tarea consiste en copiarlas lo más fielmente posible en los recuadros correspondientes del ejemplar. Las figuras que debe copiar tienen una complejidad creciente y no se permite usar el borrador, por lo que se le pide que ponga mucho cuidado.

En las 10 primeras figuras el niño tiene en todo momento delante el modelo que debe copiar. En la última figura, el modelo se presenta en una lámina independiente (del cuaderno de estímulos) durante 15 segundos. A continuación se retira y se le pide que trate de reproducirla de memoria con la mayor precisión posible. En el apéndice A del manual se ha incluido una tabla con los criterios de puntuación de cada figura para facilitar su corrección.

#### c. Función Ejecutiva

En esta prueba el niño debe dibujar una línea a lápiz uniendo consecutivamente una secuencia de números (del 1 al 20) que aparecen distribuidos aleatoriamente en el ejemplar. Además, los números aparecen representados con dos colores diferentes (amarillo y rosa) y el niño debe alternarlos mientras sigue la secuencia numérica (1 amarillo, 2 rosado, 3 amarillo...). Previamente se realiza un ensayo de entrenamiento en el que el niño debe unir desde el 1 hasta el 7.

Esta prueba ofrece dos puntuaciones: el tiempo empleado en completar la tarea y el número de errores cometidos. Se consideran dos tipos de errores: errores de alternancia: consisten en que el niño no alterna adecuadamente los colores (p. ej., 1 amarillo, 2 amarillo.....); y errores de secuencia: consisten en que el niño no sigue la secuencia correcta de los números, uniendo entre sí dos números que no son consecutivos (p. ej., el 10 seguido del 12 o el 9, el 7 y el 10).

#### d. Memoria

Esta sección incorpora dos pruebas complementarias: Memoria verbal y Memoria visual.

##### Memoria verbal

En esta prueba se pide al niño que trate de memorizar una lista compuesta por 10 palabras que el examinador debe leer en voz alta y con ritmo pausado. Tras la lectura se pide al niño que diga todas las palabras que recuerde, sin importar el orden en que lo haga. Este procedimiento se realiza en total 3 veces (3 ensayos) y se contabilizan las palabras recordadas correctamente en cada uno de ellos.

### Memoria visual

En esta prueba se pide al niño que trate de memorizar un grupo de 15 imágenes que se presentan conjuntamente en una lámina que se muestra durante un minuto. Tras la presentación se pide al niño que diga todas las imágenes que recuerde, sin importar el orden en que lo haga. Este procedimiento se realiza solo una vez (1 ensayo) y se contabilizan las imágenes recordadas correctamente.

#### e. Ritmo

La sección Ritmo incluye una única prueba con el mismo nombre. La prueba consiste en reproducir 10 series rítmicas. En cada una de ellas el examinador realiza una secuencia rítmica golpeando sobre la mesa con el extremo opuesto a la punta del lapicero. Después de cada serie se pide al niño que repita la secuencia del mismo modo. Para facilitar la comprensión de la tarea se realiza un ensayo previo de entrenamiento. Las series tienen una complejidad creciente, por lo que se puntúan diferencialmente en función de este parámetro (1,2 o 3 puntos).

#### f. Lateralidad

En esta sección se evalúa la lateralidad que muestra el niño con el ojo, la mano y el pie. Para evaluar la lateralidad manual se utiliza la información recogida en otras pruebas<sup>18</sup>, en las que se debe anotar con qué mano las ha realizado. Además, también se pide al niño que lance una pelota pequeña empleando la mano que desee.

La lateralidad del pie se evalúa mediante una serie de ejercicios en los que se pide al niño 1) que dé una patada a una pelota pequeña, 2) dé un pisotón fuerte en el suelo y 3) que comience a caminar. En cada uno de ellos se registra el pie con el que lo ha hecho (en el último se registra con qué pie ha iniciado la marcha).

Por último, la lateralidad ocular se evalúa mediante un ejercicio en el que se pide al niño que localice 5 imágenes (de la lámina de la prueba

---

<sup>18</sup> Escritura audiognósica, Visopercepción, Función ejecutiva y Ritmo.

Memoria visual) mirando a través de un visor que debe sostener con ambas manos. Una vez localizada una de las imágenes se debe retirar el visor de la cara y, a continuación, volver a situarlo en ella para buscar la siguiente imagen.

En cada uno de los ejercicios se registra en el cuadernillo de anotación con qué mano, pie u ojo ha realizado la tarea.

### **3.7 FUENTES**

El tipo de fuentes utilizadas en la investigación son de origen primario y secundario. Entre las fuentes primarias están toda información obtenida directamente de la aplicación del cuestionario, ya que con esta se podrá determinar el grado de madurez neuropsicológica de la población en estudio. Del mismo modo se obtendrá la información de fuentes secundarias como libros, revistas, artículos, etc.

### **3.8 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS**

Los datos fueron procesados de manera individual para cada niño ya que en la ficha de evaluación se obtiene el decatipo<sup>19</sup>, de acuerdo a la puntuación en cada área y el índice de desarrollo neurológico (IDN) obtenido de la sumatoria total las puntuaciones de cada área (Anexo 1).

Para el análisis de los datos los decatipos y el IDN tiene un rango cualitativo que va desde muy bajo hasta muy alto, lo que permitió ubicar a cada niño dentro de un rango no solo global mediante el IDN sino específico por cada área evaluada mediante el decatipo. Esto también permitió conocer los puntos fuertes y débiles de los niños.

---

<sup>19</sup> Valoración estadística con una media de 5,5 y una desviación estándar típica de 2. CUMANES.

### **3.9 CONFIABILIDAD DE VALIDEZ DE INSTRUMENTO**

#### **3.9.1 Confiabilidad**

El CUMANES tiene el respaldo de la Editorial TEA, la cual es una empresa española considerada líder mundial en evaluación psicológica en lengua española, con más de 400 productos para evaluación, intervención y terapia. Cuenta con más de 40 profesionales de la Psicología a su servicio y algo muy importante tiene más de 50 años de experiencia y en constante innovación.

#### **3.9.2 Validez**

En el proceso de creación de CUMANES, los autores realizaron una prueba piloto sobre una muestra de 121 niños (57 varones y 64 mujeres) con edades comprendidas entre los 78 y los 150 meses (desde los seis años y medio hasta los doce años y medio), escolarizados entre 1º de Educación Primaria y 1º de la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO). La selección de la muestra se realizó eligiendo al azar a varios niños que estudiaban en dos colegios de la ciudad de Madrid: Ramón y Cajal (65 casos), de titularidad privada, y Colegio República de Portugal (56 casos), de titularidad pública. El nivel socioeconómico de la mayoría de los niños era medio. La aplicación de la primera versión del CUMANES se realizó de forma individual por un grupo de psicólogos previamente entrenados en su utilización (Portellano, Mateos & Martínez, 2012).

### **3.10 PRUEBA PILOTO**

Se realizó la prueba piloto con 12 niños (seis niños y seis niñas), seis del paralelo "A" (tres niños y tres niñas), e igual número del paralelo "B".

Una vez aplicada esta prueba se concluyó que en el texto de comprensión audioverbal habían varias palabras que los niños no entendía su significado y se procedió a cambiarlas por otras similares de fácil comprensión.

A continuación el texto original y entre paréntesis las palabras modificadas.

Texto Original.

“Un día dos primos llamados Mara y César se fueron a dar un paseo por el bosque; cuando se cansaron de caminar se sentaron bajo una (un) encina (árbol). De pronto empezó a llover y a tronar con mucha fuerza y los niños echaron a correr entre los árboles buscando un lugar donde refugiarse hasta que acabó la tormenta. Era un lugar muy oscuro y húmedo, lleno de murciélagos y arañas. Estaban muy asustados, pero al cabo de dos horas desaparecieron las nubes y salió el arco iris. Después se dieron cuenta de que se habían perdido y empezaron a caminar a lo largo de un sendero situado entre árboles y praderas en las que había caballos y yeguas pastando. Cuando ya estaban cansados, vieron otro sendero que iba hasta un pueblo pequeño llamado Jarales (Tumbaco). Tenía una torre muy alta con un campanario y una plaza con una fuente de piedra tallada muy bonita. Le pidieron ayuda a una campesina y ella les dijo que no se preocupasen porque su marido les llevaría a casa. Como tenía mucha hambre se comieron una (un) tarta (pan) de (con) queso y un racimo de uvas negras que la mujer les ofreció. Después su marido les montó en un tractor rojo y les llevó a casa. Los niños se pusieron muy contentos y al llegar encontraron a sus padres muy preocupados. Les contaron todo lo que les había sucedido y lo bien que se lo habían pasado a la vuelta. Aquel día fue inolvidable para todos.”

## CAPÍTULO IV

### 4 ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El análisis y la interpretación de los datos se las realizó en base a los resultados obtenidos de la población en estudio en las distintas pruebas del Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Escolar (CUMANES).

##### 4.1.1 Población

En cuanto a la población en estudio se le caracteriza de acuerdo a edad y sexo y a sexo e Índice de desarrollo neuropsicológico (IDN)

Tabla 4.

Distribución de la población de acuerdo a edad y sexo

<b>Edad</b>	<b>sexo</b>				<b>TOTAL</b>	
	Masculino		Femenino			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
7 años	4	8,3	2	4,2	6	12,5
7 años 1 mes	8	16,7	9	18,8	17	35,4
7 años 2 meses	6	12,5	3	6,3	9	18,8
7 años 3 meses	4	8,3	2	4,2	6	12,5
7 años 4 meses	3	6,3	2	4,2	5	10,4
7 años 5 meses	1	2,1	2	4,2	3	6,3
7 años 6 meses	1	2,1	1	2,1	2	4,2
<b>TOTAL</b>	27	56	21	44	48	100

Fuente: CUMANES.

Elaborado por: Carolina Turriaga

En cuanto a la población en estudio se puede decir que el porcentaje de niños es mayor (56%), al de niñas (44%), y que el mayor porcentaje (35,4%) de niños está en la edad de los siete años un mes. En este caso es importante considerar que los niños dentro del rango de su edad, ninguno tiene sobre los siete años seis meses, que implica mayor madurez y que el mayor porcentaje lleva apenas un mes de haber cumplido la edad de los siete años.

**Tabla 5.**

**Distribución de la población de acuerdo a sexo e Índice de desarrollo neuropsicológico (IDN)**

<b>IDN</b>	<b>Hombres</b>		<b>Mujeres</b>		<b>TOTAL</b>
	Nº	%	Nº	%	
Muy Bajo 60 a 70	6	13	2	4	17
Bajo 70 a 85	14	30	10	21	51
Medio Bajo 85 a 89	2	4	3	6	11
Medio 89 a 111	5	11	5	11	21
Medio Alto 111 a 115	0	0	0	0	0
Alto 115 a 130	0	0	0	0	0
Muy Alto 130 a 140	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	27	57	20	43	

Fuente: CUMANES.

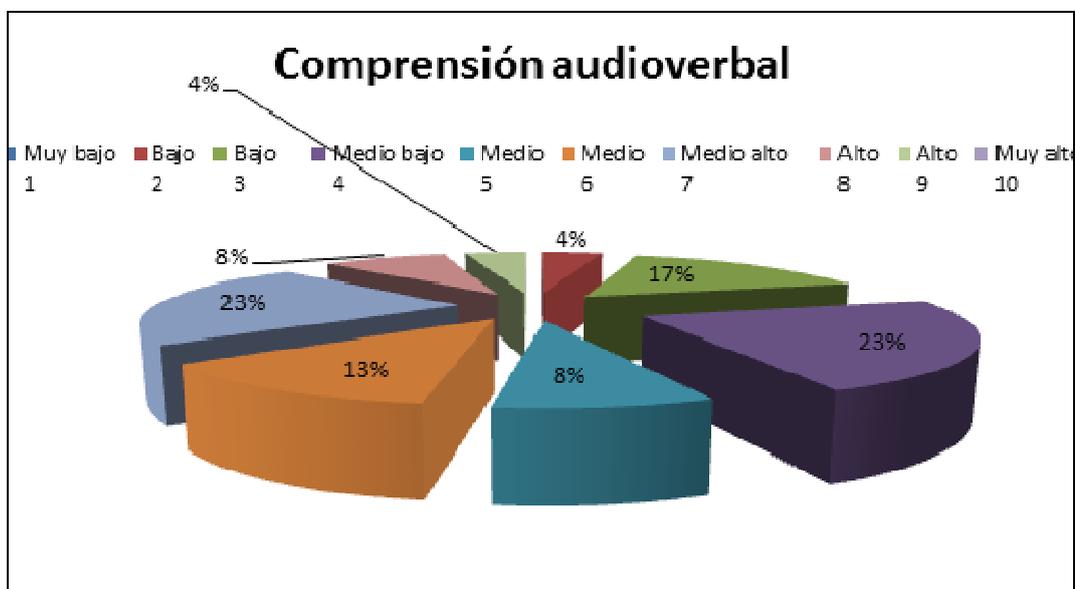
Elaborado por: Carolina Turriaga

Esta tabla muestra que en los niveles bajos del índice de desarrollo neurológico los mayores porcentajes son en niños. Estos resultados no tienen

una relación directa entre madurez neuropsicológica y sexo, ya que en este estudio hay que considerar que la población es mayoritariamente de sexo masculino.

#### 4.1.2 Lenguaje

El lenguaje se evalúa con pruebas de comprensión audiovisual, comprensión de imágenes, fluidez fonológica, fluidez semántica, leximetria en: comprensión lectora y velocidad lectora, y escritura audiognóstica.

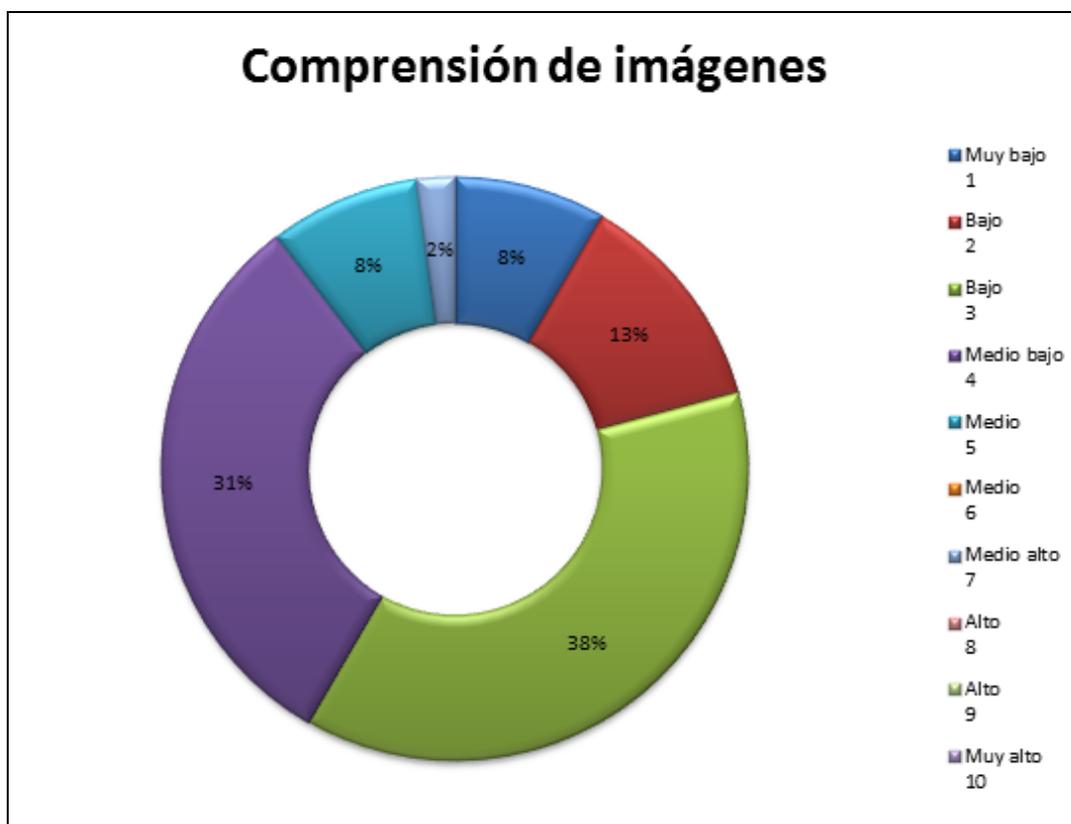


**Gráfico 1. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de comprensión audiovisual**  
 Fuente: CUMANES.  
 Elaborado por: Carolina Turriaga

Como se aprecia en este gráfico el 23% de los niños se encuentra en un nivel medio alto, lo que es alentador pero igual porcentaje de niños está en un perfil medio bajo lo que resulta preocupante ya que la comprensión audio verbal involucra directamente la corteza postrolándica izquierda, ya que inicialmente las áreas auditivas primarias situadas en el lóbulo temporal codifican las características físicas de los sonidos que forman las palabras y las oraciones y posteriormente, las áreas parieto-temporales del hemisferio

izquierdo se activan para dotar de significado al lenguaje oral, con una especial activación del área de Wernicke.

El niño en esta prueba al tener que recordar diez datos de la lectura que ha escuchado previamente, pone en juego la memoria verbal que implica más activamente a las estructuras hipocámpicas y parahipocámpicas del hemisferio izquierdo. Por lo tanto esta puntuación medio baja puede indicar un déficit en las áreas asociativas del lóbulo temporal izquierdo, que es el que regula la comprensión verbal, especialmente mediante el área de Wernicke.

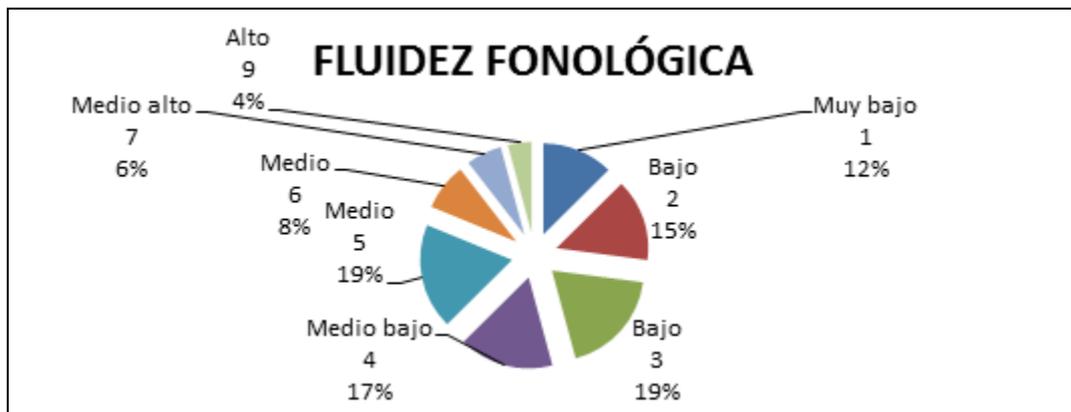


**Gráfico 2. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de comprensión de imágenes**  
Fuente: CUMANES.  
Elaborado por: Carolina Turriaga

El gráfico muestra que el 38% de los niños presentan un nivel bajo en la comprensión de imágenes. El niño al tener que identificar 20 dibujos con dificultad creciente; se activa amplias áreas postrolándicas de ambos hemisferios. Inicialmente intervienen las áreas visuales occipitales para realizar la codificación visual. Posteriormente, las áreas parietales transducen

la información visual en auditiva y, finalmente, las áreas temporales asociativas, mediante el área de Wernicke, facilitan la interpretación del significado verbal de las imágenes.

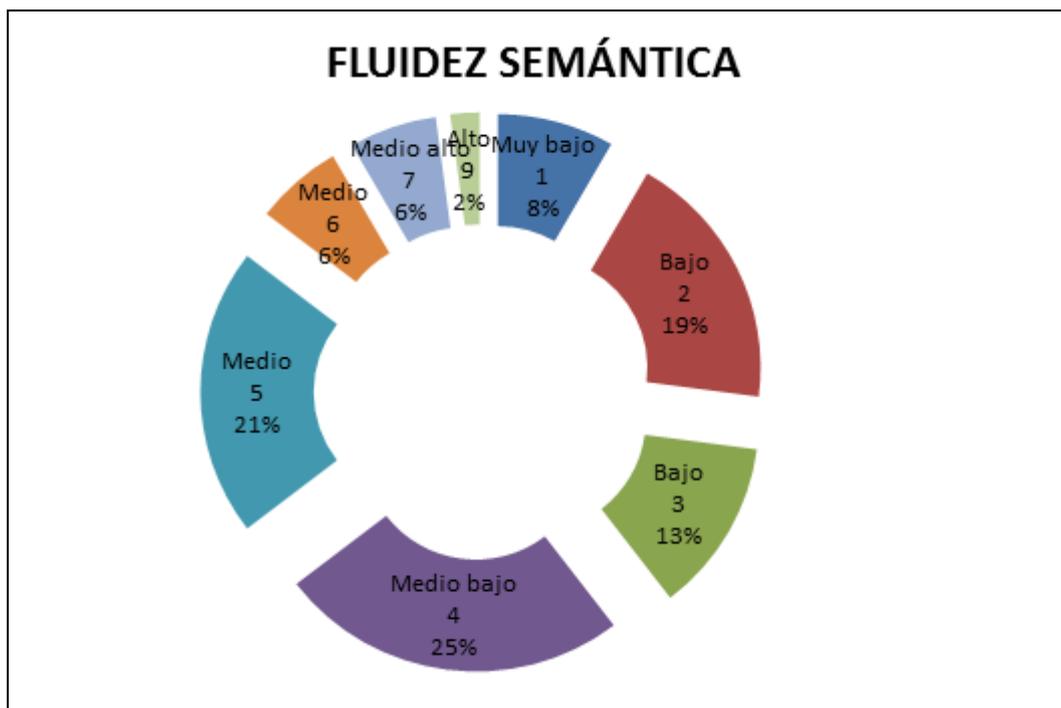
Un rendimiento bajo en la prueba Comprensión de imágenes sugiere un deficiente procesamiento de las áreas temporales de ambos hemisferios. La identificación de imágenes que exige esta prueba pone en juego mecanismos que activan al hemisferio derecho, que es el encargado de la identificación de las imágenes con significado, pero también se activa el área de Wernicke, que es el responsable de la denominación semántica. Otro factor importante que puede contribuir a este bajo puntaje en esta prueba es el desconocimiento de ciertas imágenes como brújula, libélula, partitura, trombón, fuelle y metrónomo.



**Gráfico 3. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de fluidez fonológica**

Fuente: CUMANES.

Elaborado por: Carolina Turriaga

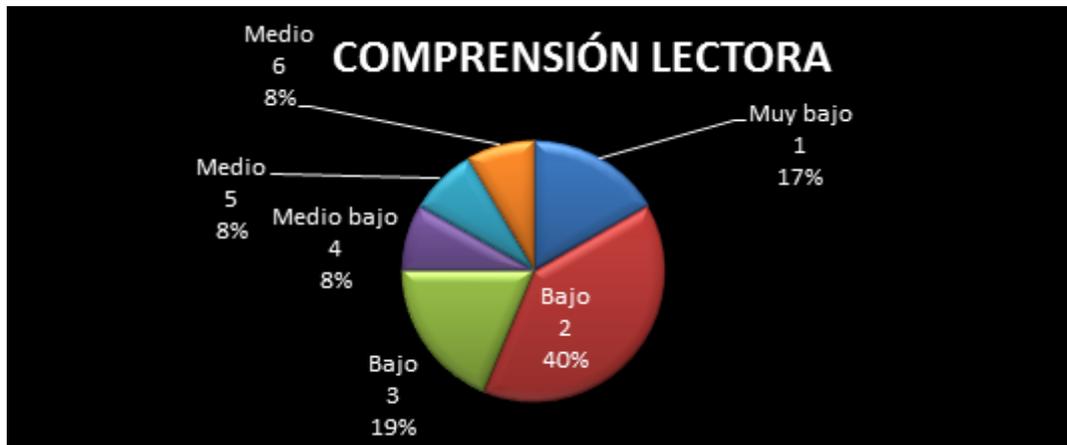


**Gráfico 4. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de fluidez semántica**  
 Fuente: CUMANES.  
 Elaborado por: Carolina Turriaga

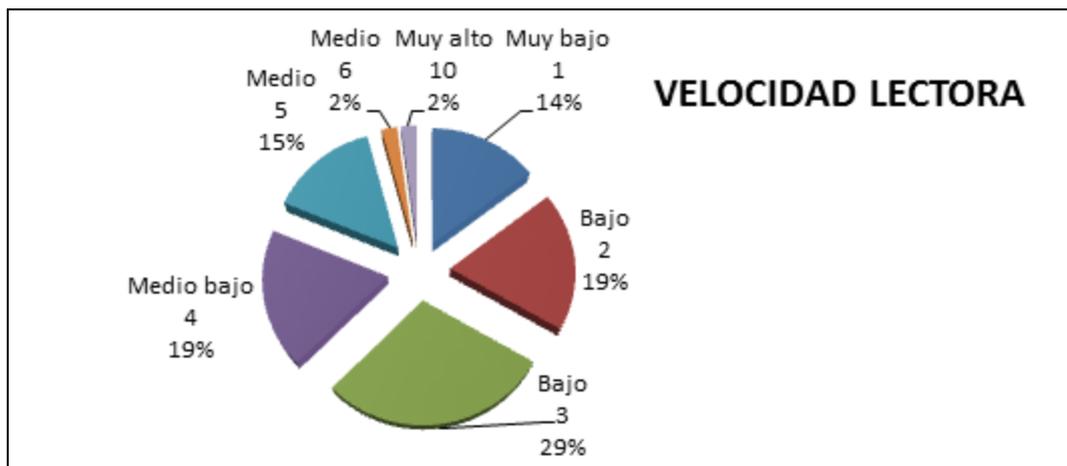
Tanto la fluidez fonológica así como la fluidez semántica son dos tareas que ayudan a evaluar el lenguaje expresivo. Como muestran los gráficos los resultados son casi similares, teniendo los más altos porcentajes en el nivel medio bajo, seguido por el nivel medio y entre las dos pruebas la de fluidez fonológica presenta mayores dificultades.

El lenguaje expresivo se relaciona más estrechamente con las áreas prerrolándicas situadas en el lóbulo frontal, donde el área de Broca del hemisferio izquierdo es el gran protagonista. Cuando la tarea de lenguaje expresivo es de mayor complejidad también se activan otras áreas como el cíngulo anterior (Pinel, 2001). Las tareas de fluidez verbal también son un exponente de la eficiencia de las funciones ejecutivas, ya que forman parte del componente de “actualización” de las mismas (Fuster, 2000). Por lo tanto puntuaciones bajas o medio bajas pueden indicar un deficiente grado de eficiencia de las áreas centrales del lenguaje expresivo en el lóbulo frontal izquierdo, así como una menor eficiencia en las funciones ejecutivas.

### 4.1.3 Leximetría



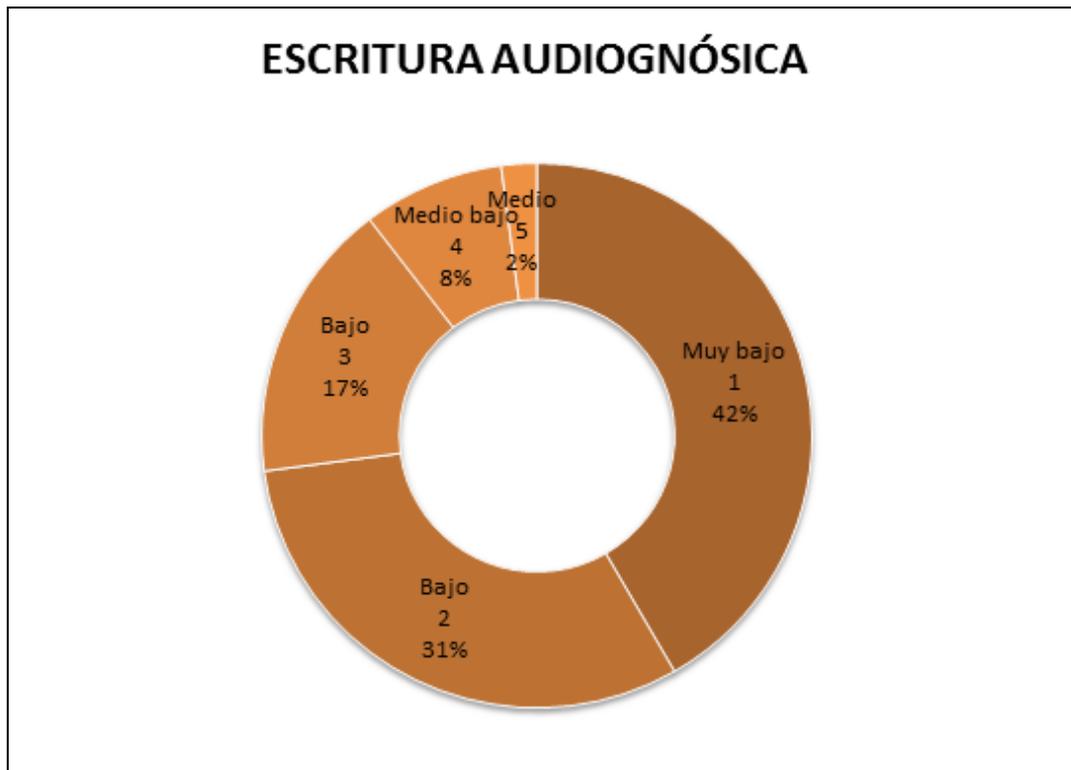
**Gráfico 5. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de comprensión lectora**  
Fuente: CUMANES.  
Elaborado por: Carolina Turriaga



**Gráfico 6. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de velocidad lectora**  
Fuente: CUMANES.  
Elaborado por: Carolina Turriaga

El lenguaje lectoescriptor está estrechamente relacionado con las áreas tradicionales del lenguaje del hemisferio izquierdo, Broca y Wernicke, pero también depende en buena medida de la actividad del lóbulo occipital, particularmente de sus áreas asociativas (Bagunyá y Peña-Casanova, 2002). El lóbulo parietal interviene en la comprensión lectora. De hecho, las áreas 39 y 40 de Brodmann tradicionalmente han sido definidas como el “centro de la lectura”.

Un bajo rendimiento en estas pruebas indica un fallo en la codificación lectora, que puede estar involucrando a amplias zonas prerrolándicas y postrolándicas del hemisferio izquierdo, como se ha mencionado. Igualmente, este hecho puede significar un retraso lector o, en algunos casos, la existencia de un cuadro disléxico.



**Gráfico 7. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de escritura audiognóstica**  
Fuente: CUMANES.  
Elaborado por: Carolina Turriaga

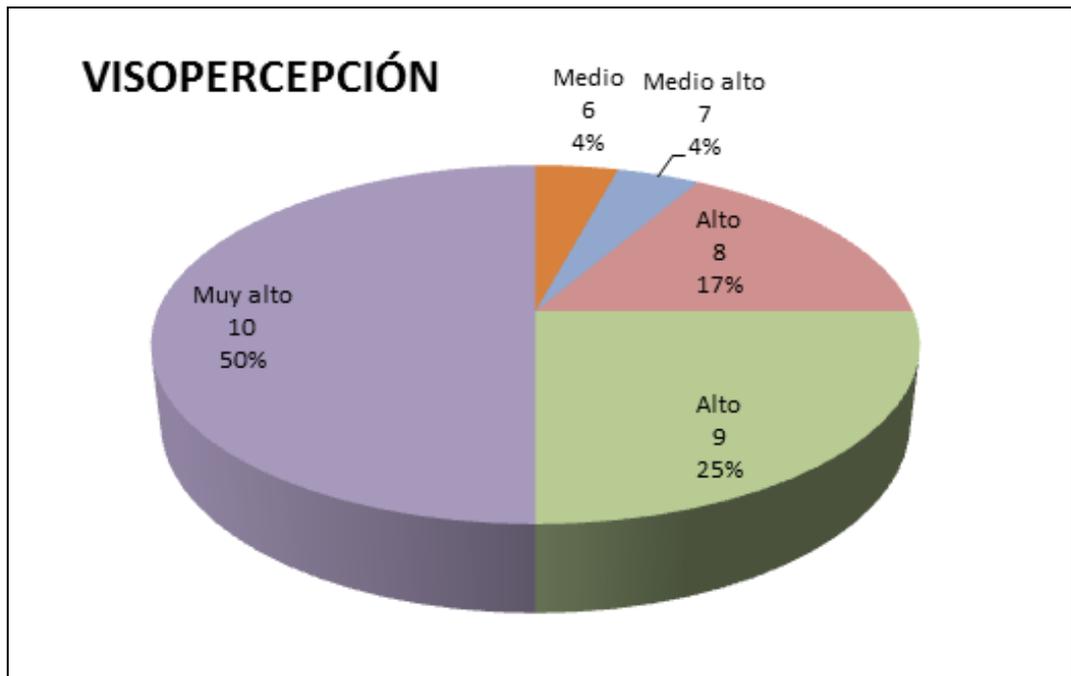
En el gráfico se destaca el alto porcentaje (42%) de niños que en escritura tienen un nivel muy bajo, así como un nivel bajo (31%) que sumados estos dos porcentaje da un total de 73% de niños con rendimiento bajo.

Este nivel bajo es indicativo de un deficiente nivel de activación en las áreas perisilvianas del hemisferio izquierdo, ya que el escribir un dictado implica tanto el área de Wernicke para codificar el significado de las palabras dictadas, como a la de Broca, encargada de controlar su escritura.

Algo positivo de mencionar es que se detectó un bajo porcentaje de niños con mala caligrafía lo que se relaciona con un buen nivel madurativo en las

áreas motoras de la corteza motora primaria y también en otras estructuras pertenecientes al sistema extrapiramidal que regulan el ajuste adecuado de los movimientos que intervienen en la escritura (Berruezo, et al. 2010).

#### 4.1.4 Visopercepción



**Gráfico 8. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de visopercepción**

Fuente: CUMANES.

Elaborado por: Carolina Turriaga

Como se muestra en el gráfico en cuanto a la visopercepción los resultados son excelentes y más alentadores que los obtenidos en las pruebas del lenguaje. Se puede determinar que en el nivel más alto está la mitad de la población en estudio y que sumando los niveles altos llega a un porcentaje del 92%, y que no hay niño con un nivel más bajo que el nivel medio con un pequeño porcentaje (4%).

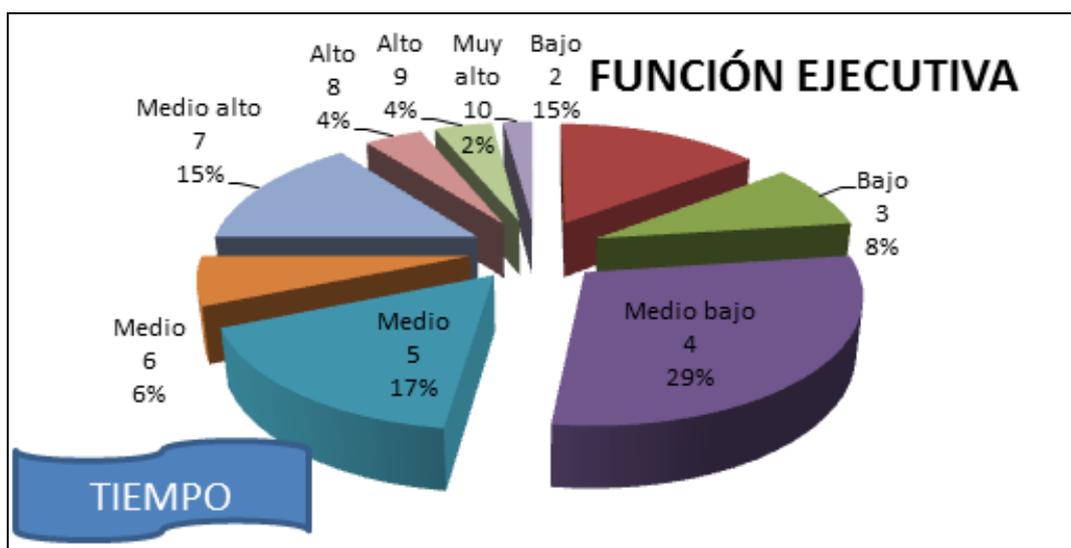
Este resultado es un indicativo de la eficacia visoperceptiva de los niños en la tarea de copiar figuras y reproducir una de ellas después de memorizarla durante algunos segundos. Debido a que la visopercepción es una función más vinculada al hemisferio derecho, que es dominante en el procesamiento

perceptivo-espacial, y depende más de las áreas postrolándicas parieto-occipitales, este nivel alto en esta función refleja a su vez un adecuado nivel madurativo en esta zona cerebral.

También esta prueba implica un componente grafomotor que viene dado por la exigencia de reproducir las figuras. Este componente aun siendo menos relevante, requiere la activación de las áreas premotoras y motoras del córtex frontal, así como de los ganglios basales y del cerebelo, estructuras que regulan la ejecución y precisión de los movimientos, lo que coincide con la buena caligrafía detectada en los niños.

#### 4.1.5 Función Ejecutiva

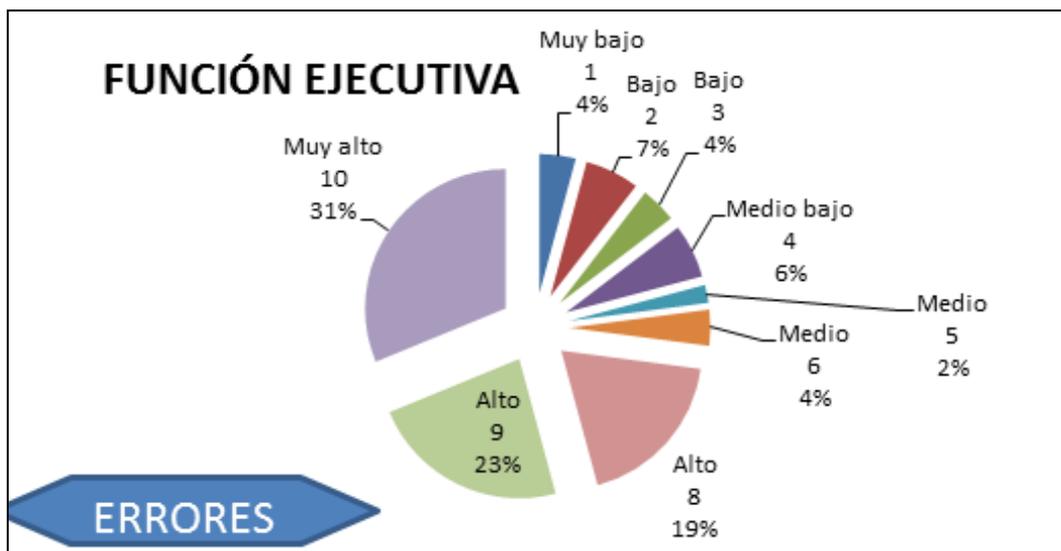
Como ya se explicó anteriormente esta prueba evalúa la capacidad del niño para programar conductas complejas mediante una tarea que exige unir una serie de números dibujados sobre círculos de dos colores que debe alternar, con dos componentes tiempo y errores. La prueba requiere la activación de los siguientes procesos cognitivos: memoria de trabajo, atención sostenida, secuenciación, alternancia, flexibilidad mental, inhibición, resistencia a la interferencia y memoria prospectiva.



**Gráfico 9. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de función ejecutiva (tiempo)**

Fuente: CUMANES.

Elaborado por: Carolina Turriaga



**Gráfico 10. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de función ejecutiva (errores)**  
 Fuente: CUMANES.  
 Elaborado por: Carolina Turriaga

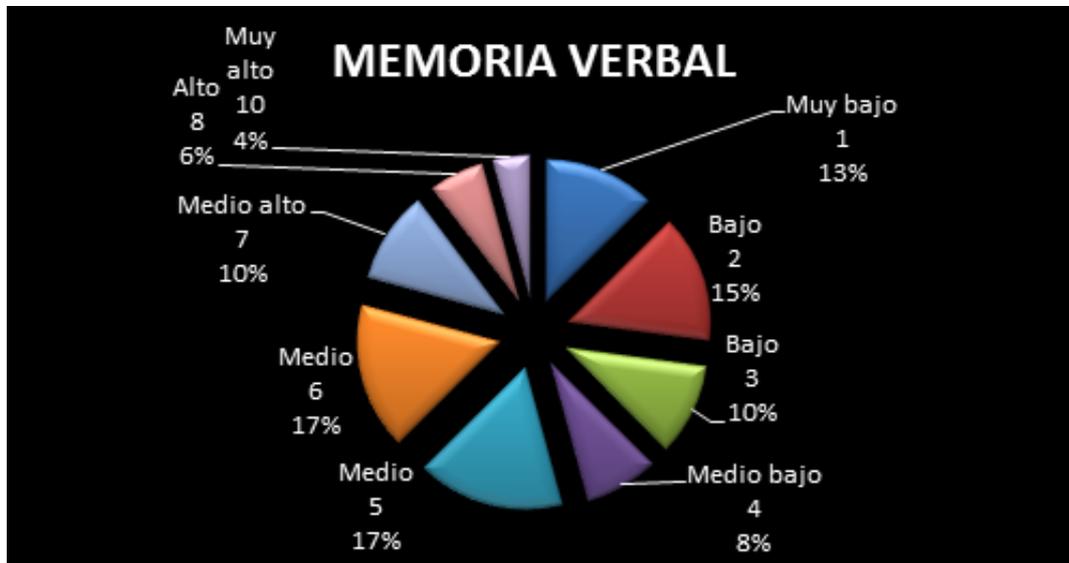
En cuanto al gráfico de los resultados de las puntuaciones del tiempo el porcentaje mas alto (29%), pertenece al nivel medio bajo y en cuanto a los resultados de los errores cometidos durante la ejecución de la prueba, el porcentaje más alto (31%) es del nivel muy alto lo que significa que este porcentaje de niños tuvieron cero errores ya sean de alternancia o de secuencia.

Todos los procesos que se activan con esta prueba son componentes de las funciones ejecutivas, las que dependen del buen funcionamiento del área prefrontal, con sus tres divisiones funcionales (dorsolateral, cingulada anterior y orbitaria), implicadas en la programación de las conductas complejas, pero es el área dorsolateral la que más importancia adquiere en la programación ejecutiva. (Braunwald et al, 2010).

#### 4.1.6 Memoria

La memoria es una función neurocognitiva compleja que permite adquirir, archivar, retener y evocar nuevos aprendizajes, involucrando en mayor o menor medida la práctica totalidad de las estructuras del encéfalo (Schacter et al.,

2000). La memoria se evalúa mediante dos pruebas, ambas de memoria explícita o declarativa: Memoria verbal y Memoria visual.

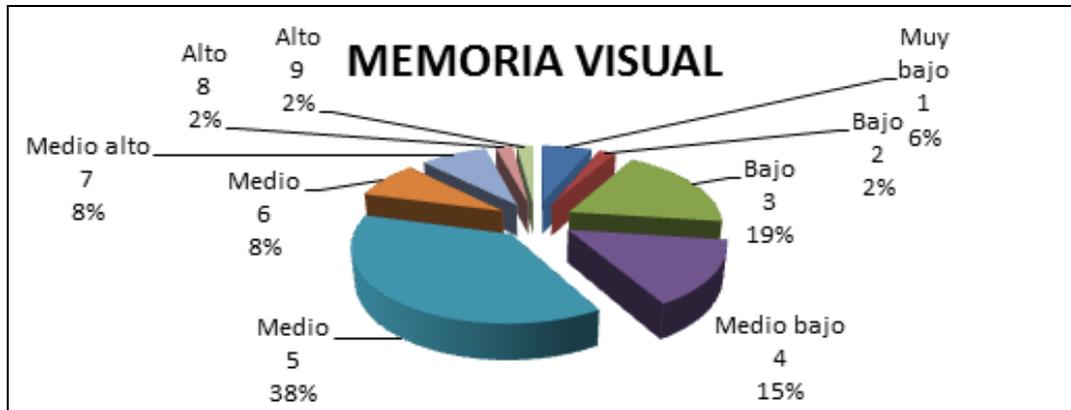


**Gráfico 11. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de memoria verbal**  
 Fuente: CUMANES.  
 Elaborado por: Carolina Turriaga

En esta prueba el niño debe memorizar 10 palabras realizando 3 ensayos consecutivos. Es una tarea de aprendizaje y memoria, por lo que implica la utilización de amplias áreas del hemisferio izquierdo, especialmente las estructuras hipocámpicas. Como hay que retener el máximo de palabras, es necesario el uso eficiente de la atención sostenida y también de la memoria de trabajo para no repetir alguna de las palabras que ya se han dicho anteriormente. Los procesos atencionales involucran las áreas parieto-frontales, mientras que la memoria de trabajo activa especialmente a las áreas dorsolaterales del lóbulo frontal.

Como se puede apreciar en el gráfico los porcentajes más altos de la población están en un perfil medio que sumados el medio 5 y medio 6 dan un porcentaje del 34%, lo que indica un aceptable desarrollo de las áreas neurológicas implicadas en la memoria y la atención así como de una buena capacidad de aprendizaje verbal. Pero no deja de ser preocupante los porcentajes bajos y muy bajo (total 38%), puede ser indicativo de un deficiente

funcionamiento de las áreas hipocámpicas y de la corteza temporal asociativa del hemisferio izquierdo.



**Gráfico 12. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de memoria visual**

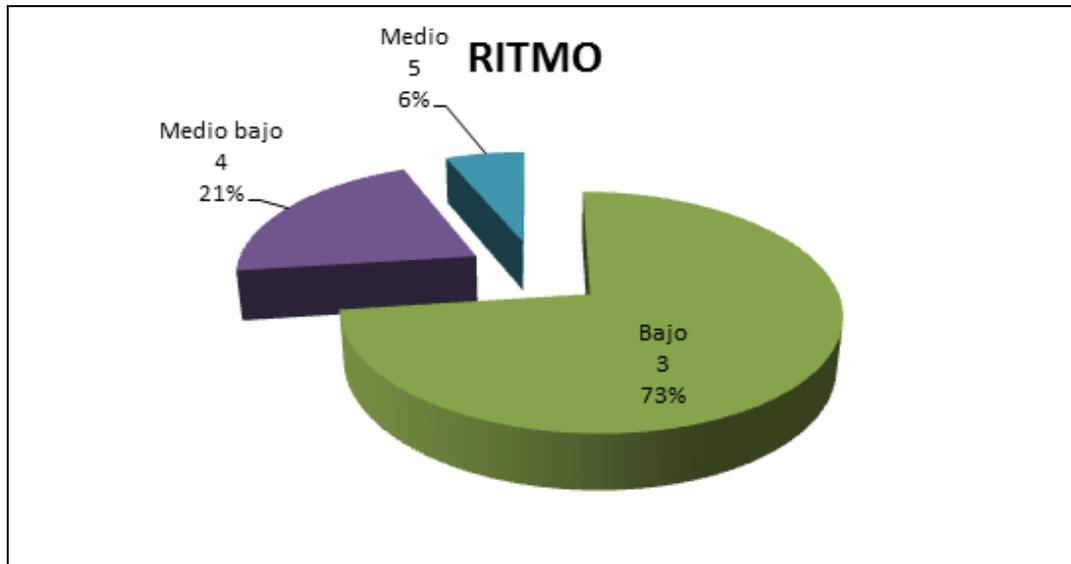
Fuente: CUMANES.

Elaborado por: Carolina Turriaga

Como se puede apreciar en este gráfico en cuanto a la memoria visual los niños en un porcentaje significativo están en un perfil medio (38%), lo que es bueno ya que al tratarse de una tarea de memoria declarativa a corto plazo exige la activación del hipocampo, junto con la acción facilitadora de la corteza parietal. Como la tarea requiere memorizar imágenes, interviene más selectivamente la corteza postrolándica del hemisferio derecho. La prueba también requiere de un adecuado nivel de atención sostenida del niño, ya que este dispone de un tiempo limitado para memorizar las imágenes y su rendimiento puede verse afectado por un déficit atencional, lo que en este caso no se podría afirmar, de acuerdo a los resultados obtenidos.

De acuerdo a estos resultados los niños están con mejor rendimiento en memoria visual que verbal.

#### 4.1.7 Ritmo



**Gráfico 13. Porcentaje del perfil obtenido en la prueba de ritmo**

Fuente: CUMANES.

Elaborado por: Carolina Turriaga

Es sorprendente el porcentaje tan alto (73%) de niños que tienen un perfil bajo en esta prueba, ya que ésta involucra diferentes procesos como: atención sostenida, memoria auditiva a corto plazo, capacidad para la seriación y comprensión auditiva no verbal, y por lo tanto es un indicativo de dificultades en la programación y el análisis secuencial que guarda estrecha relación con el lóbulo temporal izquierdo. Así como con la codificación auditiva no verbal que exige la activación el hemisferio derecho.

También estos resultados y los obtenidos en las diferentes pruebas de lenguaje coinciden con el postulado del Dr. Ajuriaguerra (1980), el cual pudo determinar que los niños que fracasan en las pruebas de ritmo, son niños que presentan dificultades de aprendizaje de la lectura, retrasos en el habla y niños disortográficos. De esto se puede inferir que existe una estrecha relación entre la adquisición del lenguaje, de la lectura y la capacidad de estructuración temporal.

## 4.2 LATERALIDAD

La lateralidad es la expresión operativa de la dominancia cerebral (Haller y colaboradores, 2009). En esta prueba de acuerdo a las tareas realizadas por los niños se les puede clasificar en: zurdo consistente (ZC), zurdo inconsistente (ZIC), ambiguo (A), diestro inconsistente (DIC) y diestro consistente (DC).

**Tabla 6.**

**Distribución de la población de acuerdo a la lateralidad. Paralelo "A"**

Casos	MANUAL						PODALICA						OCULAR					
	ZC	ZIC	A	DIC	DC	Total	ZC	ZIC	A	DIC	DC	Total	ZC	ZIC	A	DIC	DC	Total
1					1						1				1			
2		1									1							1
3					1						1		1					
4					1						1							1
5					1						1			1				
6					1						1							1
7					1			1					1					
8					1						1							1
9					1						1		1					
10					1						1							1
11					1						1							1
12					1						1							1
13					1			1					1					
14					1			1										1
15					1						1				1			
16					1						1							1
17					1						1		1					
18	1										1		1					
19					1						1							1
20					1			1							1			
21					1						1							1
22					1						1							1
23					1						1							1
24					1						1				1			
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			<b>22</b>	<b>24</b>			<b>4</b>		<b>20</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>4</b>		<b>13</b>	<b>24</b>

Fuente: CUMANES.

Elaborado por: Carolina Turriaga

**Tabla 7.**

**Distribución de la población de acuerdo a la lateralidad. Paralelo “B”**

Casos	MANUAL						PODALICA						OCULAR					
	ZC	ZIC	A	DIC	DC	Total	ZC	ZIC	A	DIC	DC	Total	ZC	ZIC	A	DIC	DC	Total
1					1				1								1	
2					1						1		1					
3					1				1						1			
4					1						1		1					
5					1				1								1	
6					1						1		1					
7		1									1				1			
8				1							1				1			
9					1						1						1	
10					1				1				1					
11					1				1				1					
12					1						1						1	
13					1						1						1	
14					1						1						1	
15					1						1						1	
16					1						1						1	
17					1						1						1	
18					1						1						1	
19					1						1						1	
20					1						1						1	
21					1						1						1	
22					1						1						1	
23					1				1								1	
24					1				1				1					
<b>TOTAL</b>		1		1	22	24			7		17	24	6		3		15	24

Fuente: CUMANES.

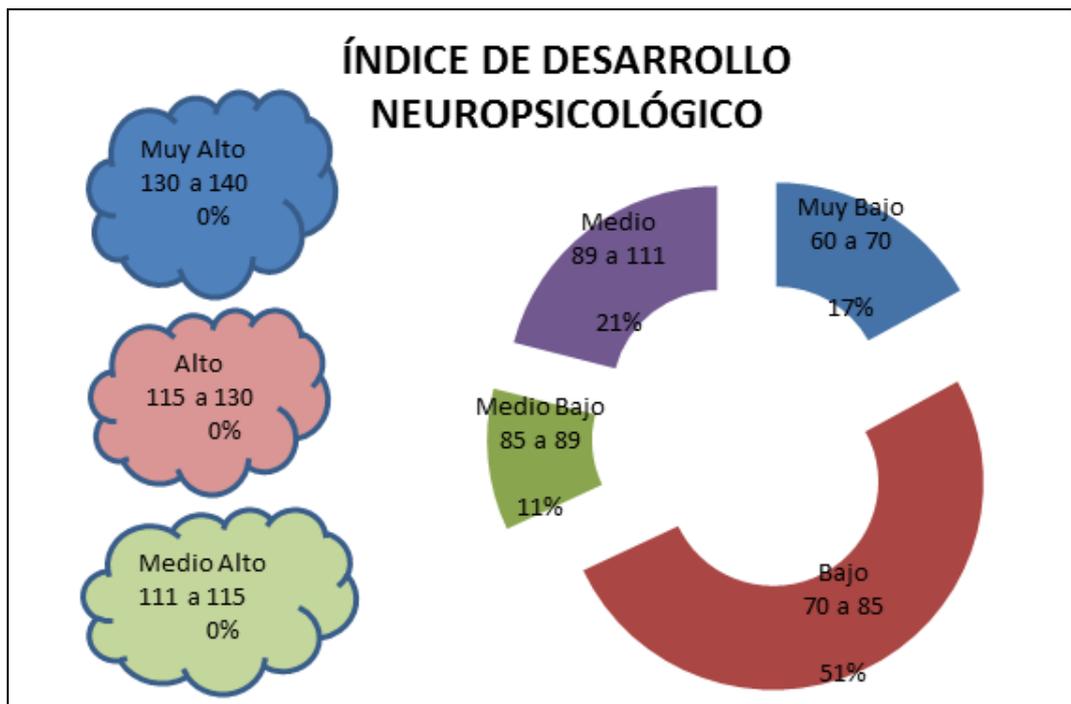
Elaborado por: Carolina Turriaga

Los resultados de la lateralidad tanto el paralelo “A” y “B” corroboran lo expresado por Gaston Mialaret, (2005) en cuanto a que la mayoría de las personas tienen predominio diestro, mientras que un 10% son zurdos o tienen problemas de definición de la lateralidad, y que el marcador más fiable del grado de lateralización del sujeto es la mano dominante.

En el paralelo “A” y “B” el 91.6% de los niños son diestros consistentes en su lateralidad manual, y tan solo en la lateralidad ocular hay un 25% en los dos paralelos que son zurdos consistentes.

#### 4.2.1 Índice de desarrollo neuropsicológico (IDN)

Este índice es una medida del desarrollo neuromadurativo del niño, como reflejo del funcionamiento global de su sistema nervioso central, evidenciando el nivel de madurez y también las posibles manifestaciones de disfunción cerebral.



**Gráfico 14. Índice de Desarrollo Neuropsicológico**

Fuente: CUMANES.

Elaborado por: Carolina Turriaga

De acuerdo a los resultados obtenidos en la población en estudio el 51% de los niños tienen un IDN bajo, seguido por un nivel medio (21%). Esto indica que el porcentaje de niños con un IDN bajo presentan una disfunción cerebral, entendida esta, como ya se mencionó, como un conjunto de alteraciones neurobiológicas sutiles que afectan al rendimiento perceptivo-motor o cognitivo sin que exista lesión neuroanatómica conocida, como lo expresa William Gaddes. Así como la disfunción cerebral engloban a todos los niños con capacidad intelectual normal que presentan alteraciones en uno o varios

procesos cognitivos o comportamentales como consecuencia de una disfunción ligera o moderada en su sistema nervioso (Kolb y Fantie, 1989).

Estos resultados también debido a las características socioculturales y económicas de los niños, ya que por ejemplo el bajo peso al nacer y problemas de desnutrición son factores extrínsecos que influyen de manera decisiva en el desarrollo neurológico del niño.

### **4.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Los mayores problemas encontrados de acuerdo a los resultados obtenidos son en el área de lenguaje en general, lo que indica que los niños tiene dificultades en el lenguaje comprensivo, lenguaje expresivo, fluidez, verbal, fluidez lectora, memoria verbal, codificación lectora, atención sostenida.

En cuanto a la prueba de ritmo también se obtuvo resultados preocupantes derivados de la falta de estímulo en esta función cognitiva.

Los resultados alentadores son en el área de visopercepción, función ejecutiva, y la memoria con ciertas dificultades en la memoria verbal, relacionada con el lenguaje.

En la prueba de lateralidad se determina que el 91% de los niños son diestros consistentes lo que se puede deducir que en este grupo de estudio la lateralidad está bien definida.

El Índice de Desarrollo Neuropsicológico es un indicador del grado de madurez neurológica, y la población en estudio al estar en un nivel bajo el 51% de los niños, denota problemas de disfunción cerebral o un grado inadecuado de madurez cerebral.

Estos resultados corroboran la razón principal para la ejecución de este estudio ya que de acuerdo a la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), en el Título VI. De la Evaluación, calificación y promoción de los estudiantes, en el Capítulo II. De la Evaluación de los subniveles de inicial 2 y preparatoria, en el artículo 192. “Los estudiantes en el nivel de Educación Inicial y en el subnivel de Preparatoria, serán promovidos automáticamente al grado

siguiente”, esto es a tercero de básica, y de acuerdo a estos resultados se puede deducir que no todos los niños tienen un adecuado nivel de madurez neurológica para afrontar los retos del nivel superior.

#### **4.4 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.**

En este trabajo de investigación se plantearon algunas preguntas directrices o supuestos en calidad de hipótesis que una vez finalizado el trabajo pueden ser o no corroboradas.

En cuanto a la hipótesis general que el 20% de los niños de tercer año de educación básica de la Escuela Experimental “Quitiliano Sánchez” presentarían un nivel bajo de madurez neuropsicológica está mas que corroborado ya que de acuerdo a los resultados obtenidos no solo es el 20% sino el 51% de los niños presentan un nivel bajo.

Ante el supuesto que se planteó que no existen diferencias significativas de madurez neuropsicológica entre hombres y mujeres también se corrobora ya que solo en el nivel bajo de madurez neuropsicológica existe nueve punto porcentuales de diferencia entre los sexos, no así en otros niveles.

La función con mayores problemas es la del lenguaje es otro supuesto que está verificado ya que en todos las pruebas de valoración del lenguaje existen porcentajes de mas del 40% en los niveles bajos.

## **CAPÍTULO V**

### **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- El grado de madurez neuropsicológica de la población en estudio está en un nivel bajo en el 51% de los niños.
- Al relacionar el grado de madurez neuropsicológico con la edad se puede decir que el porcentaje de hombres (57%) es mayor que el de mujeres (43%). Por lo tanto los niños tiene un nivel más bajo de madurez neurológica, en relación con las niñas.
- El lenguaje es la función más afectada, ya que en todas las pruebas de evaluación del lenguaje, los mayores porcentajes están en el nivel bajo o medio bajo, y entre estas la comprensión lectora y escritura audiognósica, son las de mayores problemas.
- La visopercepción está adecuadamente desarrollada en la población en estudio ya que el 50% está en un nivel muy alto.
- En cuanto a la función ejecutiva tienen un nivel alto de precisión en ejecutar la prueba pero tienen un nivel medio bajo en cuanto al tiempo que les lleva realizarla.
- La función de la memoria tiene un nivel medio de madurez.
- Un alto porcentaje (73%) de niños en la función de ritmo no pueden reproducir secuencias rítmicas.
- La lateralidad mejor definida es la manual, seguida por la podálica y la menos definida la ocular, presentándose en esta, algunos casos (11) de lateralidad cruzada con la mano.

#### **5.2 RECOMENDACIONES**

- La principal recomendación es hacia las maestras para que realicen actividades entretenidas y diversas, motivadoras hacia la lectura que

indirectamente es trabajar con las áreas cerebrales del lenguaje, ya que estos niños no tienen lesiones neuroanatómicas.

- Realizar una evaluación de este tipo a los niños de segundo de básica antes de promoverlos a tercero de básica y así evitar problemas derivados de la inmadurez neuropsicológica.
- Derivar al psicólogo educativo el caso que no alcanza el nivel más bajo de la escala de madurez neuropsicológica, para una intervención específica.

## **CAPÍTULO VI**

### **6 PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **6.1 PRESENTACIÓN**

“Leer es Descubrir” es una propuesta de carácter remedial ya que está dirigida principalmente a los niños del tercer año de educación básica del “Centro Experimental Quintiliano Sánchez”, así como a todos los actores de la comunidad educativa directamente involucrados y comprometidos en ayudar a los niños con bajo grado madurativo en el área del lenguaje a superar las dificultades presentadas reflejadas específicamente en la lectoescritura.

#### **6.2 OBJETIVOS DE LA PROPUESTA**

##### **6.2.1 Proponer estrategias para promover la lectura en los niños**

Enunciar estrategias psicolingüísticas para desarrollar la conciencia semántica, sintáctica y fonológica en la población del estudio.

#### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

Los resultados obtenidos en la investigación me han motivado a la elaboración de esta propuesta ya que es alarmante el alto porcentaje de niños que tiene un grado bajo de madurez neuropsicológica, además es un llamado de alerta a las profesoras de primero y segundo grado de educación básica para que replanteen las estrategias de enseñanza aprendizaje en el proceso de lectoescritura.

## 6.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA PROPUESTA

La neuroplasticidad cerebral es una propiedad del sistema nervioso mediante la cual es capaz de modificar su estructura y funcionamiento como consecuencia del aprendizaje o en respuesta a las lesiones cerebrales, siendo más activa en la infancia que en la edad adulta (Portellano, 2005). En caso de que exista un retraso madurativo del niño, una intervención cognitiva adecuada puede producir un cambio favorable en las estructuras neurológicas, mejorando el rendimiento en las áreas más deficitarias, así se evitará en el futuro fracaso escolar.

La enseñanza de los primeros años básicos debiera tomar en cuenta el desarrollo de los procesos cognitivos y psicolingüísticos necesarios para el dominio del lenguaje escrito y tener como objetivo que los niños dominen conscientemente los aspectos semánticos, sintácticos y fonológicos del lenguaje oral, de manera que puedan transferirlo al aprendizaje lector. Para hacerlo es necesario que aprendan a separar la forma del lenguaje de su significado.

El lenguaje en su vertiente oral comprensiva precede bastante a su utilización con carácter expresivo por parte del niño. Conviene no contentarse con la comprensión y promover el desarrollo de la expresión, puesto que mediante el lenguaje expresivo se aprende simultáneamente a organizar el pensamiento y a comunicarse con los demás (Barreto, 2010).

En el desarrollo del lenguaje se produce un fenómeno cíclico. Por un lado, la utilización correcta del lenguaje implica la previa adquisición de una serie de conceptos y de operaciones lógicas consustanciales al propio lenguaje. En la medida en que progresa la adquisición de estos conceptos y operaciones, el lenguaje va perfeccionándose. Pero, por otro lado, la propia utilización del lenguaje, la expresión verbal, es un medio muy favorable para la adquisición de tales conceptos y operaciones. En este sentido, si bien el lenguaje surge como consecuencia de unos procesos previos de desarrollo cognitivo, por otra parte, la propia expresión verbal se constituye en uno de los elementos generadores de tal desarrollo cognitivo (García, et al. 2002).

## 6.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

### 6.5.1 Estructural

FASE	NOMBRE	RESPONSABLE (S)
Primera Fase	Equipamiento	Estudiantes Profesores Directivos. Padres de familia.
Segundo Fase	“Leer es Descubrir”	Estudiantes Profesores Padres de familia.

### 6.5.2 Funcional

FASE	ACTIVIDADES
1ra. Equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar armarios, estantes o repisas para guardar los libros de la biblioteca de aula con la participación de los padres de familia, estudiantes, docentes y la comunidad.</li> <li>• Organizar campañas de recolección de libros y otro material impreso con la participación de los padres de familia, estudiantes, docentes y la comunidad.</li> <li>• Los libros que se ofrezcan deben responder a las características y los intereses de los niños: deben ofrecer temas relacionados con el mundo imaginario de los niños, ser amenos, despertar la curiosidad, la inventiva y la imaginación.</li> <li>• Organizar la biblioteca de aula, de modo que los libros estén al alcance de los niños y con la portada a la vista.</li> <li>• Organizar el espacio de lectura con alfombra, cojines, almohadas, etc. con el propósito de generar un clima cómodo, atractivo y afectivo para la lectura.</li> <li>• Es fundamental que el docente evidencie su gusto por la lectura para transmitir ese mismo agrado en los niños y niñas.</li> <li>• Animar a los padres de familia y a la comunidad a participar de las actividades de animación lectora, para que sean lectores modelo.<sup>20</sup></li> </ul>
2da. “Leer es Descubrir”	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lectura libre               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Actividades previas a la lectura.                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dejar que el niño escoja libremente el cuento de su agrado</li> <li>• Actividades imaginativas sobre la portada. Dibujar, relacionar con la vida cotidiana, relacionar con otros cuento, etc</li> </ul> </li> <li>1.2 Durante la lectura.                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura individual de un cierto número de hojas.</li> <li>• Realizar actividades variadas de la lectura. Dibujar, buscar diferencias en gráficos, contestar preguntas del texto sopa de letras, invención de situaciones hipotéticas sobre el tema central del libro, etc.</li> <li>• Continuar con la lectura y realizar actividades cada cierto número de hojas.</li> </ul> </li> <li>1.3 Finalización de la lectura.                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pedir al niño que escriba aspectos relevantes del libro como: título, autor, personajes, argumento, lo que más le gusto del libro (dibujo)</li> </ul> </li> </ol> </li> <li>2. Cuentacuento y escuchacuentos.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta actividad la maestra puede leer un cuento o bien los niños pueden escuchar cuentos de un aparato electrónico si se dispone de esto.</li> <li>• Los niños realizaran actividades similares a las anteriormente mencionadas cada cierto tiempo y al finalizar la actividad.</li> </ul> </li> <li>3. Otras actividades.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artes escénicas, plásticas.</li> <li>• Trabajar secuencias rítmicas ya sea con las manos pies, cuerpo o cualquier instrumento musical.</li> </ul> </li> </ol>

<sup>20</sup> Tomado de <http://www.ediciones-sm.cl/Plan%20Lector>

## ESTRATEGIAS PSICOLINGÜÍSTICA

### 1. Desarrollar la conciencia semántica

- Juegos de inventar oraciones y agrandar oraciones.
- Ordenar palabras.
- Descubrir analogías.
- Elaborar historias a partir de historietas dibujadas.

### 2. Desarrollar la conciencia sintáctica

- Juegos de dar vuelta a las oraciones.
- Limpiar oraciones, eliminándoles algunas frases subordinadas.
- Descubrir el sujeto de las oraciones.

### 3. Desarrollar la conciencia fonológica

- Encontrar rimas.
- Encontrar semejanzas iniciales.
- Secuenciar fonemas para formar palabras.
- Omitir el fonema inicial.
- Segmentar las palabras en fonemas.
- Contar el número de fonemas de una palabra.

### 4. Desarrollar la conciencia silábica.

- Omitir una sílaba.
- Insertar una sílaba.
- Descomponer las palabras en sus sílabas.
- Identificar palabras que empiecen o terminen con la misma sílaba.

## **6.6 FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA**

### **6.6.1 Recursos Materiales**

Espacio físico: Adaptación dentro de la propia aula de un espacio en el cual los niños estén situados de una manera cómoda y agradable para disfrutar de un momento de lectura de forma relajada y a gusto. Puede ser sentado en el suelo con cojines o simplemente sobre una alfombra adecuada.

Material: Variedad adecuada de libros ya sean de poesía, rimas, refranes, adivinanzas, cuentos apropiados a la edad de los niños. Así como material didáctico incluidas cartulinas, lápices, colores, plastilinas, pinturas para actividades artísticas.

### **6.6.2 Recursos Financieros**

Inicialmente serán pocos recursos financieros ya que el material antes mencionado se obtendrá de los propios niños, familias y comunidad. Posteriormente la escuela debería solicitar a las autoridades competentes la provisión de libros adecuados para la correcta realización de estas actividades acorde con las necesidades de cada grupo.

### **6.6.3 Talentos Humanos**

El profesor debe ser el eje motivador de esta propuesta para la cual se requiere de una planificación previa en cuanto a las actividades y recursos que se van a realizar. Es fundamental que el profesor evidencie su gusto por la lectura para transmitir el mismo gusto en los niños y niñas.

#### **6.6.4 Legal**

La factibilidad de la propuesta en cuanto a su marco legal está fundamentada en la Ley Orgánica de Educación Intercultural con el siguiente considerando: Que, De acuerdo a la Constitución de la Republica del Ecuador Título VII Régimen del Buen Vivir. Capítulo I. Inclusión y Equidad. Sección I. Educación. Artículo 347. Numeral 1. Fortalecer la educación pública y la coeducación; asegurar el mejoramiento permanente de la calidad, la ampliación de la cobertura, la infraestructura física y el equipamiento necesario de las instituciones educativas públicas.

### **6.7 EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA**

Se la realizará con la reevaluación de los niños después de un año lectivo con el mismo instrumento (CUMANES) a fin de observar la evolución de los mismos, ya que la rápida evolución que experimenta el cerebro infantil como consecuencia de su mayor neuroplasticidad puede producir modificaciones sustanciales en su grado de madurez neuropsicológica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguado, G., Ripoll, J. & Domezáin, M. (2003). *Comprender el lenguaje*. Madrid: ENTHA Ediciones.
- Ajuriaguerra, J. (1980). *Psicomotricidad*. Barcelona: Editorial Científico-Médica
- Akhutina, T., Vygotsky, L. & Luria, A. (2002). *La formación de la neuropsicología*. *Revista española de Neuropsicología*, 4, 108-129.
- Ardila, A. & Rosselli, M. (2007). *Neuropsicología Clínica*. México, D.F.: El Manual Moderno.
- Ardila, A., Rosselli, M. & Matute, A. (2005). *Neuropsicología de los trastornos del aprendizaje*. México D.F.: Manual Moderno.
- Asamblea Constituyente (2008) *Constitución del Ecuador*. Recuperado el 5 de diciembre de 2012 de [http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- Ayora, A. (2012). *Fracaso escolar*. Recuperado el 30 julio de 2012, de Disponible en [http://www.lahora.com.ec/noticias/show/1101335049#.UBm\\_CmEuBx0](http://www.lahora.com.ec/noticias/show/1101335049#.UBm_CmEuBx0).
- Baddeley, A. (2003). *Working memory: Looking back and looking forward*. *Nature Reviews: Neuroscience*, 4, 829-839.
- Bagunyá, J. & Peña-Casanova, J. (2002). *Bases neurobiológicas del lenguaje*. Manual de Logopedia. Barcelona: Ed. Masson.
- Baron, I. (2000). *Implicaciones clínicas y aplicaciones prácticas del de las evaluaciones neuropsicológicas infantiles*. Nueva York: Ed. Guilford Press
- Barreto, F. (2010). *Lengua escrita en el aula. Articulación entre preescolar y primaria*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Batchelor, E. (2007). *Pediatric Neuropsychology: Interfacing Assesment and Treatment*. Nueva Jersey: Ed. Allyn & Bacon.
- Benton, A. (2010). *Introducción a la Neuropsicología*. Barcelona: Ed. Fontanella
- Berruezo, P., Del Barrio, C. & García, J. (2010). *Desarrollo cognitivo y motor*. Madrid: MEC.
- Boscaini, F. (2008). *Psicomotricidad e integración escolar*. Madrid: Ed. García-Núñez.

- Braunwald, E., Fauci, A., Hauser, S., Jameson, J., Kasper, D. & Loscarzo, J. (2010). *Principios de medicina interna*. Harrison S.A.
- Bravo, L. (2006). *Lectura inicial y Psicología Cognitiva*. (2da. ed.). Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Brazelton, T. & Cramer, B. (2010). *La relación más temprana. Padres, bebés y el drama del apego inicial*. Madrid: Paidós.
- C.E.J.A. (1992). *Guía de Adaptaciones Curriculares*. Consejería de Educación, Sevilla.
- Carlson, B. (2000). *Embriología humana y biología del desarrollo*. Madrid: Ed. Harcourt, S.A.
- Chávez, R. (2003). *Neurodesarrollo Neonatal e Infantil*. México, D.F., Ed: Médica Panamericana.
- Chiat Shula. (2010). *Los problemas de lenguaje en los niños*. Madrid: Akal.
- Chomsky, N. (1976). *On the biological basis of language capabilities*, en R. Rieber (ed.): *Neuropsychology of language*, Nueva York: Plenum.
- Chugani, H. (2010). *Functional Brain Imaging in Pediatrics*. *Pediatric Clinical of North America*, 39.
- Cordón, M.; Cantera, E.; Pereña, J. & Santana, C. (2007). *Características anatómicas y fisiológicas del recién nacido normal*. En *Manual del Residente de Pediatría y sus Áreas Específicas*. Comisión Nacional de Pediatría y sus Áreas Específicas, Madrid, pp. 119-122.
- Cosano, J. y Sánchez J. (2000) *¿Qué son realmente las dificultades de aprendizaje?* Recuperado el 28 julio de 2012, de <http://www.uco.es/~ed1ladip/revista/genios/N2/ART/Art63.htm>
- Cuomo, N. (1994). *La integración escolar*. Madrid: Ed. Visor. Edición Aprendizaje
- Denckla, M. (1983). *La Neuropsicología del trastorno socioemocional del aprendizaje*. *Archivos de Neurología*, 40, pp. 461-462.
- Dietrich K., et al., (2005). *Principles and Practices of neurodevelopmental assessment in children: lessons learned from the Centers for Children's Environmental Health and Disease Prevention Research*. *Environ Health Perspect.* 113(10), 1437 – 1446
- Duff, K., Schoenber, M., Scott, J. & Adams, R. (2005). *The relationship between executive functioning and verbal and visual learning and memory*. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20, 111- 122.
- Evrard, P. (2004). *Los trastornos del aprendizaje*. En J. Portellano (Ed.), *Dislexia y Dificultades de Aprendizaje* (pp. 11-17). Madrid: CEPE

- Felipe, J. (2005). *Cerebro y cultura*. En F. Mora (coord.) *Esplendores y miserias del cerebro*, Madrid: Fundación Santander Hispano.
- Flores, J. & Ostrosky, F. (2008). *Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana*. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 47 -59.
- Fuster, J. (2000). *Executive Frontal Functions*. *Experimental Brain Research*, 133, 66-70.
- Gaddes, W. (1980) *Problemas de aprendizaje y función cerebral: Un acercamiento neuropsicológico*. Illinois: Springer-Verlag.
- García, J. & Berrueto, P. (2002). *Psicomotricidad y Educación Infantil*. Madrid: CEPE, S. L. Ediciones.
- Gazzaniga, M., Ivry, R. & Mangun, G. (2002). *Cognitive neuroscience: the biology of the mind* (2da. Ed.). New York: W.W. Norton & Company.
- Gil, R. (2007). *Neuropsicología*. Barcelona, Ed: Elsevier Masson.
- Goldstein, S. & Reynolds, C. (1999). *Manual de Neurodesarrollo y desordenes genéticos en niños*. Nueva York: Guilford Press.
- Gutiez, P. (2005). *Atención temprana. Prevención, detección e intervención en el desarrollo (0-6 años) y sus alteraciones*. Madrid: Editorial Complutense.
- Haller, L., Gallastegui, M., Barrionevo, M. & Grinson, D. (2009). *Neurolingüística. Evaluación y tratamiento. Escala Rocca*. Madrid: Akadia
- Hebben, N. & Milberg, W. (2009). *Fundamentos para la Evaluación Neuropsicológica*. México, D.F., Ed: El Manual Moderno.
- Huttenlocher, P. & Dabholkar, A. (1997). *Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex*. *Journal of Comparative Neurology*, 387, 167–178.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2011). *Encuesta de Empleo, Desempleo y Subempleo*. Quito: INEC.
- Jiménez, J. & Jiménez, I. (2010). *Psicomotricidad. Teoría y programación para la Educación Infantil, Primaria y Especial*. Madrid: Wolters Kluwer España, S.A.
- Kolb, B. & Fantie, B. (2009). *Desarrollo del cerebro infantil y su conducta*. Nueva York: Plenum Press.
- Korkman, M. (2001). *Introduction to the special issue on normal neuropsychological development in the school-age years*. *Developmental Neuropsychology*, 20, 325–330

- Lacasa, P. & Guzmán, S. (1997). *¿Dónde situar las dificultades de aprendizaje? Transformar las aulas para superarlas*. Madrid: Ed. Cultura y Educación.
- Levelt, W., Roelofs, A. & Meyer, A. (2009). *A theory of lexical access in speech production*. *Behavior Brain Science*, 22, 1-75
- Levine, M. (1990). *Keeping ahead in school*. Cambridge: Educators Publishing Service.
- Levine, M. (2003). *Mentes diferentes, aprendizajes diferentes: Un modelo educativo para desarrollar el potencial individual de cada niño*. Barcelona: Paidós Ibérica S.A.
- Lezak, M., Howieson, D. & Loring, D. (2004). *Contribuciones neuropsicológicas*. (4ta. ed.). Nueva York: Oxford University Press.
- López, M. (1998). *Evaluación neuropsicológica: principios y métodos*. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.
- Luria, A. (1984). *El cerebro en acción*. Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Lyon, G. & Evrard, P. (2005): *Neuropediatría*, Barcelona: Marison.
- Manga, D. & Ramos, F. (2009). *Neuropsicología de la edad escolar. Aplicaciones de la teoría de A. Luria a niños mediante la batería Luria DNI*. Madrid: Visor.
- Markowitsch, H. (2010). *Neuroanatomía de la memoria*. El libro de Oxford de la memoria. New York: Oxford University Press
- Martínez, M. (1999). *El enfoque sociocultural en el estudio del desarrollo y la educación*. *Revista electrónica de investigación educativa*, 1(1), Recuperado el 29 de abril de 2007, de <http://redie.uabc.mx/contenido/vol1no1/contenido-mtzrod.pdf>.
- Matute, E. (2008). *Un enfoque neuropsicológico para la atención de niños con problemas específicos en el aprendizaje*. Rehabilitación neuropsicológica. México: Planeta.
- McMurray, B. (2007). *Defusing the childhood vocabulary explosion*. *Science*, 317, 631
- Menéndez., I. (2004). *Fracaso escolar*. Recuperado el 29 julio de 2012, de <http://www.isabelmenendez.com/escuela/fracaso.pdf>
- Mialaret, G. (2005). *Psicología de la Educación*. México: Editorial: Siglo XXI.
- Miyake, A. & Shah, P. (1999). *Models of working memory: Mechanism of active maintenance and executive control*. Cambridge: University Press.

- Monedero, C. (1984). *Dificultades de aprendizaje escolar*. Madrid: Pirámide.
- Monge, R., et al. (2000). *Disfemia en la práctica*. Madrid: Ed. ISEP
- Moscovitch, M. (2004). *Amnesia*. Oxford: Pergamon/Elsevier Science.
- Muñoz, E. (2009). *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica*. Barcelona: UOC
- Narvarte, M. (2006). *Lectoescritura. Aprendizaje Integral*. Buenos Aires: Landeira Ediciones S.A.
- Nelson, P. (2003). *Tratado de Pediatría. Enfermedades prenatales. Factores prenatales en las enfermedades de los niños*. En R. Behrman; R. Kliegman; W. Nelson y V. Vaughan, México: Interamericana, pp.319-338
- Organización Mundial de la Salud. (2005). *Clasificación Internacional de las Enfermedades*. Décima edición. OMS: Press
- Órgano de Gobierno. (2012). *Reglamento general de la Ley Orgánica de Educación Intercultural*. Quito: Editora Nacional. Registro Oficial N° 754.
- Pinel, J. (2001). *Psicobiología*. Madrid: Ed. Pearson.
- Pliszka, S., Glahn, D., Semurd-Clikeman, M., Franflin, C., Pérez, R. & Xiong, J. (2006). *Neuroimaging of inhibitory control areas in children with attention deficit hyperactivity disorder who were treatment naive or in long-term treatment*. American Journal of Psychiatry, 163(6), 1052-1060
- Portellano, J. (2005). *Introducción a la Neuropsicología*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U.
- Portellano, J., Mateos, R. & Martínez, R. (2000). *Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil (CUMANIN)*. Madrid: TEA Ediciones.
- Posner, M. & Rothbart, M. (2007). *Educating the human brain*. Washington: American Psychologist Association.
- Posner, M. & Rothbart, M. (2007). *Research on attention networks as a model for integration of psychological science*. Annual Review of Psychology, 58, 1-23
- Purves, D., Augustine, G. & Fitzpatrick, D. (2008). *Neurociencia*. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana.
- Quero, J. (2004). *Características fisiológicas del recién nacido*. En M. Hernández Rodríguez: Pediatría. 2., Madrid: Ed. Díaz de Santos.
- Quiroga, M., Martínez, A. & Santacreu, J. (2011). *Computerized assessment of attention for children from 7 to 11 years: Divid-UAM and Taci-Uam*. Revista Clínica y Salud, 22,3-20.

- Rains, D. (2004). *Principios de Neuropsicología Humana*, México D.F: McGraw-Hill Interamericana.
- Ramus, F., Pidgeon, E., Frith, U. (2003). *The relationship between motor control and phonology in dyslexic children*. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44, 712-722
- Rapin, I. (2007). *Disfunción cerebral en la infancia*. Madrid: Martínez Roca.
- Rogaev, E. (1995). *Familial Alzheimer's Disease in kindreds with missense mutations in a gene on chromosome 1 related to the Alzheimer's disease type 3 gene*. *Nature*, 376, pp.775-778.
- Rosselli, M., Matute, E. & Ardila A. (2010). *Neuropsicología del desarrollo infantil*, México, D.F., Ed: El Manual Moderno.
- Rourke, B. (1995). *Trastorno de aprendizaje no verbal: manifestaciones neurológicas*. Nueva York: Guilford Press.
- Saccomani, K. (2009). *Desordenes del lenguaje en niños: diagnóstico y patogenia*. *La Pediatría Medica e Chirurgical*, 12, 643-645.
- Schacter, D., Wagner, A. & Buckner, R. (2000). *Sistemas de memoria*. New York: Oxford University Press.
- Semrud-Clikeman, M., Pliszka, S. & Liotti, M. (in press). *Executive functioning in children with ADHD: Combined type with and a without stimulant medication history*. *Neuropsychology*, 22, 329-340.
- Semrud-Clikeman, M., Pliszka, S., Lancaster, J. & Liotti, M. (2006). *Volumetric MRI differences in treatment naïve vs chronically treated children with ADHD*. *Neurology*, 67 1023-1027.
- Semrud-Clikerman, M. & Teeter, P. (2011). *Neuropsicología Infantil. Evaluación e intervención en los trastornos neuroevolutivos*. Madrid: Pearson Educación.
- Spreen, O., Riesser, A. & Edgell, D. (2009). *Desarrollo Neuropsicológico*. Nueva York: Oxford University Press.
- Teeter, P. (2007). *Neuropsicología Infantil: Contribuciones e intervenciones para el desarrollo neurológico*. Nueva Jersey: Allyn&Bacon.
- Tenera, C.; TUESCA, R. & Tenera, L. (2012). *Relación entre el grado de madurez neuropsicológica y el índice de talla y peso en niños de 3 a 7 años escolarizados de estratos socioeconómicos dos y tres de la ciudad de Barranquilla. Colombia*. *Salud Uninorte*. Barranquilla (Col.) 2012; 28 (1): 88-98.
- Tierno, B. & Giménez, M. (2004). *La educación y la enseñanza primaria de 6 a 8 años*. Madrid: Santillana Ediciones generales, S.L.

- Tokuhama, T. (2011). *Mind brain, and education science: A comprehensive guide to the new brain-based teaching*. New York: W. Norton & Company.
- Troop, S. (1990). *Actividades preescolares. Lenguaje*. Barcelona: Ediciones. CEAC. S.A.
- Van der Ven, S. (2011). *The structure of executive functions and relations with early math learning*. Utrecht, BV: Labor Grafimedia.
- Vygotsky, L. (1981). *The genesis of higher mental functions*. En Wertsch J. V., (Ed.). *The concept of activity in soviet psychology*. Armonk: Sharpe.
- Woods, B. (2005). *Development dysphasia*. Handbook of Neurology, Amsterdam: Elsevier.
- Zuluaga, J. (2001). *Neurodesarrollo y estimulación*. Bogotá. Ed.: Médica Panamericana.

# **ANEXOS**

# Anexo 1

## Cuaderno de anotación individual. CUMANES



### Cuadernillo de anotación

#### DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nombre y apellidos del niño:		SEXO	V <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	AÑO	MES	DÍA
Nombre del examinador:		Fecha de evaluación:					
Centro:		Fecha de nacimiento:					
Curso:		Edad:					
Motivo de la consulta:							

#### RESUMEN DE RESULTADOS Y PERFIL

##### TABLA DE PUNTUACIONES

PD	P. de transformación
CA	→
CIM	→ +
FF	→ +
FS	→ +
LX-c	→ +
LX-v	→ +
EA	→ +
VP	→ +
FE-t	→ -
FE-e	→ -
MVE	→ +
MVI	→ +
RI	→ +

##### PERFIL

Pruebas	Decatipo									
	Muy bajo	Bajo	Medio bajo	Medio	Medio alto	Alto	Muy alto			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Comprensión audioverbal	<input type="radio"/>									
Comprensión de imágenes	<input type="radio"/>									
Fluidez fonológica	<input type="radio"/>									
Fluidez semántica	<input type="radio"/>									
Comprensión lectora	<input type="radio"/>									
Leximetría	<input type="radio"/>									
Velocidad lectora	<input type="radio"/>									
Escritura audiognóstica	<input type="radio"/>									
Visopercepción	<input type="radio"/>									
Tiempo	<input type="radio"/>									
Errores	<input type="radio"/>									
Memoria verbal	<input type="radio"/>									
Memoria visual	<input type="radio"/>									
Ritmo	<input type="radio"/>									

Suma de T.

IDN = Puntuación típica  → Índice de desarrollo neuropsicológico

Percentil

PUNTAJES TÍPICOS: 60, 70, 85, 89, 100, 111, 115, 130, 140

#### LATERALIDAD (LA)

	Zurdo consistente	Zurdo inconsistente	Ambiguo	Diestro inconsistente	Diestro consistente
Manual	<input type="radio"/>				
Podálica	<input type="radio"/>				
Ocular	<input type="radio"/>				

Autores: J. A. Portellano, R. Mateos y R. Martínez Arias. Copyright © 2012 by TEA Ediciones, S.A., Madrid, España. Edita: TEA Ediciones, S.A.; Fray Bernardino Sahagún, 24; 28036 Madrid, España - Este ejemplar está impreso en DOS TINTAS. Si le presentan otro en tinta negra, es una reproducción ilegal. En beneficio de la profesión y en el suyo propio, NO LA UTILICE - Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial. Impreso en España. Printed in Spain.