



**CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO DE OPTOMETRÍA**

**TESIS**

**Comparación de habilidades visual-perceptual (Visual espacial, Análisis visual, Visual motor) y persistencia de reflejos primitivos (Moro, T asimétrico de cuello, T simétrico de cuello y T laberíntico) en niños nacidos a término y prematuros.**

**PRESENTA**

**Mary Carmen Bates Souza**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN REHABILITACIÓN VISUAL**

**TUTOR**

**Dr. Sergio Ramírez González**

**Aguascalientes, Ags., Diciembre, 2016**



**DR. RAUL FRANCO DIAZ DE LEON**  
**DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS**  
**DE LA SALUD**  
**PRESENTE**

Por medio del presente como Tutores designado de la estudiante **MARY CARMEN BATES SOUZA** con ID **116830** quien realizó la tesis titulada: *Comparación de habilidades visual-perceptual (Visual espacial, Análisis visual, Visual motor) y persistencia de reflejos primitivos (Moro, T asimétrico de cuello, T simétrico de cuello y T laberíntico) en niños nacidos a término y prematuros* y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

**“Se Lumen Proferre”**

**Aguascalientes, Ags., a 29 de NOVIEMBRE de 2016.**



**TUTOR DE TESIS**  
**DR SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ**

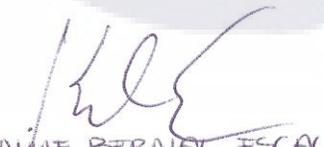
c.c.p.- Mary Carmen Bates Sousa Candidata a Maestro en Rehabilitación Visual  
c.c.p.- MCO Elizabeth Casillas Casillas/ Secretaria Técnica de la Maestría en Rehabilitación Visual  
c.c.p.- Dr. En C. Luis Fernando Barba Gallardo/ Secretario de Investigación y Posgrado del CCS.

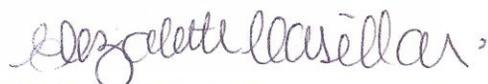
**DICTAMEN DE LIBERACIÓN DEL TESIS / TRABAJO PRÁCTICO**

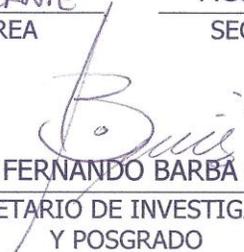
DATOS DEL ESTUDIANTE	
NOMBRE: MARY CARMEN BATES SOUZA	ID 116830
PROGRAMA: MAESTRIA EN REHABILITACION VISUAL	ÁREA: OPTOMETRIA
TUTOR/TUTORES: Dr Sergio Ramírez González	
TESIS ( X )	TRABAJO PRÁCTICO ( )
DICTAMEN	
CUMPLE CON LOS CRÉDITOS ACADÉMICOS DEL PLAN DE ESTUDIOS:	( X )
CUMPLE CON EL FORMATO SEÑALADO EN EL MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DEL TRABAJO RECEPTIONAL EN LOS PROGRAMAS DE POSGRADO:	( X )
CUMPLE CON LA ESTRUCTURA SEÑALADA EN EL MANUAL DE TESIS/TRABAJO PRÁCTICO INSTITUCIONAL:	( X )
CUMPLE CON LOS LINEAMIENTOS PROPIOS DEL PROGRAMA (SI PROCEDE):	( X )
SE CUENTA CON LA CARTA DE SATISFACCIÓN DEL USUARIO (SI PROCEDE):	( )
CUMPLE CON LA CARTA DE LIBERACIÓN DEL TUTOR/COMITÉ TUTORAL:	( X )

Aguascalientes, Ags. a 29 de NOVIEMBRE de 2016

**FIRMAS**

  
MCO. JAIMÉ BERNAL ESCALANTE  
CONSEJERO ACADÉMICO DEL ÁREA  
(SI PROCEDE)

  
MCO ELIZABETH CASILLAS CASILLAS  
SECRETARIO TÉCNICO DEL POSGRADO

  
DR. LUIS FERNANDO BARBÁ GALLARDO  
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN  
Y POSGRADO



**DRA. GUADALUPE RUIZ CUELLAR**  
**DIRECTORA GENERAL DE INVESTIGACIÓN EN EL POSGRADO**  
**PRESENTE**

**Estimada Dra. Ruiz:**

Por medio de este conducto informo que el documento final de Tesis Titulado: COMPARACIÓN DE HABILIDADES VISUAL-PERCEPTUAL (VISUAL ESPACIAL, ANÁLISIS VISUAL, VISUAL MOTOR) Y PERSISTENCIA DE REFLEJOS PRIMITIVOS (MORO, T ASIMÉTRICO DE CUELLO, T SIMÉTRICO DE CUELLO Y T LABERÍNTICO) EN NIÑOS NACIDOS A TÉRMINO Y PREMATUROS. Presentado por la sustentante: MARY CARMEN BATES SOUZA con ID 116830 egresada de la Maestría en Rehabilitación Visual, cumple las normas y lineamientos establecidos institucionalmente para presentar el examen de grado.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 29 de Noviembre de 2016.

**DR. RAÚL FRANCO DÍAZ DE LEÓN**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

c.c.p.- Mary Carmen Bates Sousa/ Candidato a Maestro en Rehabilitación Visual  
c.c.p.- MCO Elizabeth Casillas Casillas/ Secretaria Técnica de la Maestría en Rehabilitación Visual  
c.c.p.-Departamento de Control Escolar  
c.c.p.- Archivo

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por estar.*

*A mi hija Olimpia y a mi esposo Alejandro, por su apoyo incondicional, su paciencia, compañía, solidaridad y porque son un aliciente constante cuando baja el ánimo.*

*A mi mamá, por su presencia constante, su estímulo y su cariño.*

*A mi papá, que solo con su recuerdo, me impulsa a prepararme constantemente y seguir adelante.*

*A los niños y pacientes que me permitieron hacer uso de la información necesaria para éste trabajo.*

*Por su puesto a mi tutor, que fue una guía en este tema.*

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

## DEDICATORIAS

*Te dedico éste trabajo a ti, Olimpia Bok, mi hija,  
porque eres mi inspiración y la fuente de energía que  
llena mi mente y me impulsa a seguir adelante siempre.*

*Te amo mi nena*

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	4
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	5
ACRÓNIMOS.....	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN .....	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
JUSTIFICACIÓN .....	16
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO .....	17
1.1 DESARROLLO GESTACIONAL Y ONTOGENESIS EN EVOLUCIÓN .....	17
1.1.1 GESTACIÓN Y DESARROLLO EMBRIONARIO .....	17
1.1.2 ETAPAS DEL DESARROLLO DEL EMBRIÓN .....	18
1.2 ONTOGÉNESIS DEL SISTEMA NERVIOSO .....	19
y DESARROLLO GESTACIONAL.....	19
1.2.1 ORGANIZACIÓN DEL TUBO NEURAL .....	24
1.2.2. SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO Y ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS ..	26
1.2.3. DESARROLLO GESTACIONAL .....	28
1.2.4. DESARROLLO DEL OJO. Breve descripción .....	36
1.3 EL NACIMIENTO PRETERMINO O PREMATURO .....	37
1.3.1 ETIOLOGÍA.....	38
1.3.2. POR INFECCIÓN E INFLAMACIÓN .....	38
1.3.3 FACTORES DE RIESGO GENÉTICOS .....	39
1.3.4 OTROS FACTORES .....	40
1.4 PESO AL NACER.....	41
1.5 CAMBIOS MORFO-FISIOLÓGICOS Y COGNITIVOS EN NIÑOS .....	41
1.5.1 MIELINIZACIÓN Y LESIONES PERINATALES .....	42
1.5.2 FASES DE MIELINIZACIÓN .....	43
1.5.3 EVOLUCIÓN Y DESARROLLO DE LA SENSORIALIDAD Y LA	
COGNICIÓN .....	44
1.6 PERCEPCIÓN.....	46
1.6.1 PROCESO DE LA PERCEPCIÓN .....	47
1.7 PERCEPCIÓN VISUAL.....	47
1.7.1 PROBLEMAS DE LA PERCEPCIÓN VISUAL.....	49
1.7.2 DESCRIPCION DE LAS HABILIDADES PERCEPTUALES .....	49
1.7.2.1 HABILIDADES DE VISIÓN ESPACIAL .....	49
1.7.2.2 HABILIDADES DE ANALISIS VISUAL .....	51

1.7.2.3 HABILIDADES DE INTEGRACION AUDIO-VISUAL.....	52
1.8 REFLEJOS PRIMITIVOS.....	57
1.8.1 ETAPAS DEL DESARROLLO MOTOR DEL NIÑO .....	57
1.8.2 REFLEJO DE MORO.....	60
1.8.3 REFLEJO ASIMETRICO DEL CUELLO .....	61
1.8.4 REFLEJO TÓNICO DEL LABERINTO.....	62
1.8.5 DESARROLLO DE LA MEMORIA .....	64
1.8.6 TRASTORNOS DE LA MEMORIA .....	67
1.8.7 TRASTORNOS EN LA PERCEPCIÓN .....	67
II. ANTECEDENTES .....	70
III. OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	72
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	72
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	72
3.3 HIPOTESIS .....	73
3.4 VARIABLES .....	73
3.4.1 VARIABLES DEPENDIENTES .....	73
3.4.2 VARIABLES INDEPENDIENTES .....	73
3.4.3 CO-VARIABLES .....	73
IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....	74
4.1 TIPO DE ESTUDIO .....	74
4.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	74
4.3 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN .....	75
4.4 TIPOS DE MUESTREO.....	75
4.4.1 MUESTRA .....	75
4.5 METODOLOGÍA.....	75
V. RESULTADOS .....	76
VI. DISCUSIÓN.....	102
CONCLUSIONES .....	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	105
ANEXOS.....	111
A. INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	
B. FORMATO DE RESULTADOS GLOBALES	
C. CONSENTIMIENTO INFORMADO	
D. FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.	
E. VISUAL PERCEPTUAL SKILLS. TVPS-3	
F. MEMORIA SUDITIVA NUMERICA. ANM-F Y ANM-R	
G. 3X3 SALTO ALTERNADO	
H. TEST DE GARDNER EJECUCION	
I. TEST DE GARDNER REVERSION	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fecundación.....	20
Figura 2. Gastrulación.....	20
Figura 3. Desarrollo Embrionario del sistema nervioso.....	21
Figura 4. Neurulación.....	22
Figura 5. Vesículas primarias.....	22
Figura 6. Vesículas secundarias.....	23
Figura 7. Estructuras derivadas de las vesículas primarias y secundarias.....	23
Figura 8. Desarrollo del sistema nervioso. Vesículas, curvaturas y ventrículos.....	24
Figura 9. Lumen del tubo neural en mitad dorsal y ventral.....	25
Figura 10. Neurosporos.....	28
Figura 11. Vistas frontales y laterales de embriones humanos de 4 a 8 sem.....	29
Figura 12. Embrion de 5 semanas.....	29
Figura 13. Feto con desarrollo de 12 semanas.....	31
Figura 14. Feto de 16 semanas en líquido amniótico.....	32
Figura 15. Feto en la 27 semana de gestación.....	33
Figura 16. Feto de 36 semanas de gestación.....	34
Figura 17. Posición fetal a las 39 semanas de gestación.....	35
Figura 18. Neonato con cordón umbilical.....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Habilidades de análisis visual .....	51
Tabla 2. Desarrollo motor.....	58
Tabla 3. Descripción de la edad de gestación. ....	76
Tabla 4. Comparación de frecuencia de casos para cada una de los diagnósticos refractivos del ojo derecho. ....	80
Tabla 5. Comparación de frecuencia de casos para cada una de los diagnósticos refractivos del ojo izquierdo.....	82
Tabla 6. Comparación entre las desviaciones estándar y la media de la estereopsis de los 2 grupos con la prueba t de student .....	84
Tabla 7. Comparación entre las media y desviación standard para los Test de Gardner (ejecución y reconocimieto) en los 2 grupos con la prueba t de student. ....	88
Tabla 8. Comparación entre las media y desviación standard para TVPS-3 en los 2 grupos con la prueba t de student.....	89
Tabla 9. Comparación entre las media y desviación standard para el test Beery VMI y los test ANM-F Y ANM.R, en los 2 grupos con la prueba t de student. ....	96

**ÍNDICE DE GRÁFICAS**

Gráfica 1. Frecuencia en cada una de las edades por grupo..... 77

Gráfica 2. Frecuencia del peso al momento del nacimiento por grupo..... 78

Gráfica 3. Distribución del género en cada grupo..... 79

Gráfica 4. Comparación de frecuencias de casos para cada un de los diagnósticos refractivos del ojo derecho. .... 81

Gráfica 5. Comparación de frecuencia de casos para cada uno de los diagnósticos refractivos del ojo izquierdo..... 83

Gráfica 6. Comparación del estado de la estereopsis en cada grupo. .... 84

Gráfica 7. Comparación entre la edad real y la edad Piaget en el grupo de nacidos a término..... 85

Gráfica 8. Comparación entra la edad real y la edad Piaget en el grupo de nacidos prematuros..... 86

Gráfica 9. Comparación entre los percentiles medios observados en el Test de Gardner Ejecución, para ambos grupos. .... 87

Gráfica 10. Comparación entre los percentiles medios observados en el Test de Gardner Reconocimiento, para ambos grupos. .... 88

Gráfica 11. Comparación entre los percentiles medios observados en la Discriminación Visual para los dos grupos. .... 90

Gráfica 12. Comparación entre los percentiles medios observados en la Memoria Visual para los dos grupos..... 90

Gráfica 13. Comparación entre los percentiles medios observados en la Relación Visual Espacial para los dos grupos. .... 91

Gráfica 14. Comparación entre los percentiles medios observados en la Constancia y forma para los dos grupos..... 92

Gráfica 15. Comparación entre los percentiles medios observados en la Memoria Visual Espacial para los dos grupos. .... 93

Gráfica 16. Comparación entre los percentiles medios observados en la Figura- Fondo para los dos grupos..... 94

Gráfica 17. Comparación entre los percentiles medios observados en la Cierre Visual para los dos grupos..... 95

Gráfica 18. Comparación entre los percentiles medios observados en el Test de Beery VMI para los 2 grupos. .... 96

Gráfica 19. Comparación entre los percentiles medios observados en el Test de ANM-F para los dos grupos..... 97

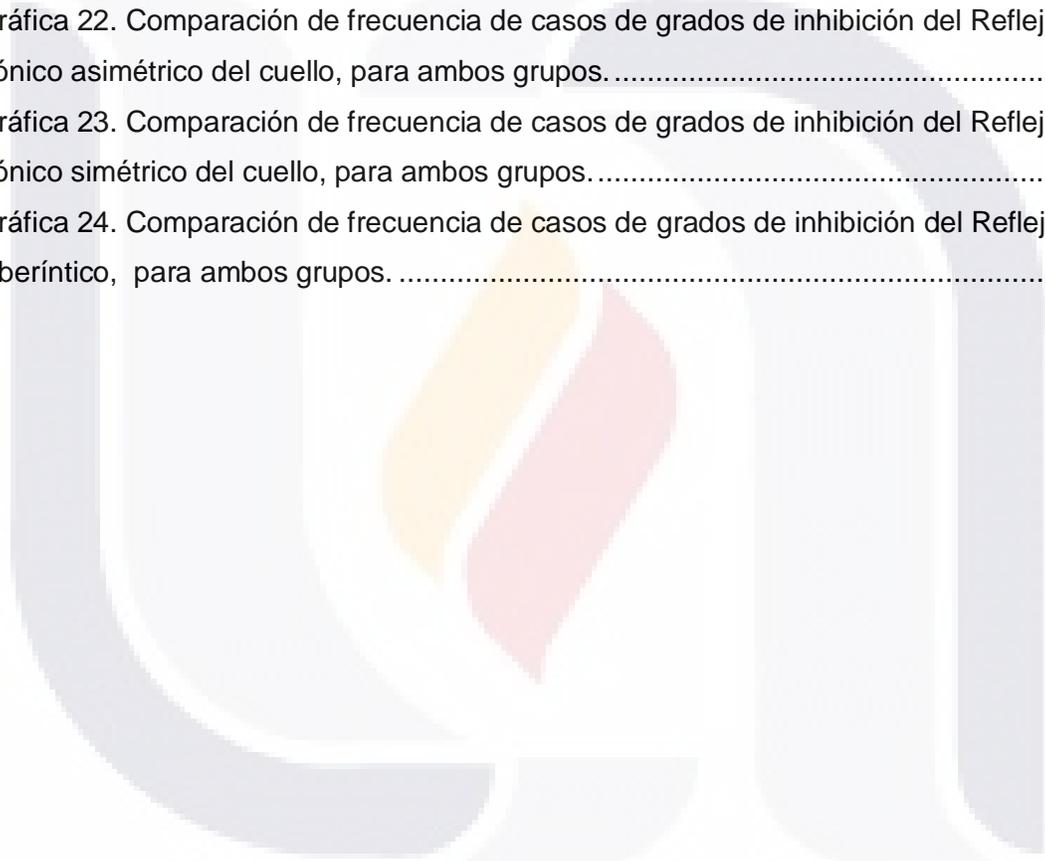
Gráfica 20. Comparación entre los percentiles medios observados en el Test de ANM-R para los dos grupos..... 97

Gráfica 21. Comparación de frecuencia de casos de grados de inhibición del Reflejo de Moro, para ambos grupos. .... 98

Gráfica 22. Comparación de frecuencia de casos de grados de inhibición del Reflejo Tónico asimétrico del cuello, para ambos grupos..... 99

Gráfica 23. Comparación de frecuencia de casos de grados de inhibición del Reflejo Tónico simétrico del cuello, para ambos grupos..... 100

Gráfica 24. Comparación de frecuencia de casos de grados de inhibición del Reflejo laberíntico, para ambos grupos. .... 101



## ACRÓNIMOS

OMS:	Organización Mundial de la Salud
VMI:	Test de integración visuo-motora
ANM-F:	Memoria auditiva numérica hacia adelante
ANM-R:	Memoria auditiva numérica en reversa
TVPS:	Test of Visual Perceptual Skills
CCN:	Células de la cresta Neural
SNC:	Sistema Nervioso Central
SHH:	Sonic Hedgehog Homolog (proteína que juega un papel importante en la organogénesis en vertebrados en el desarrollo embrionario y en el control de la división celular
TGF:	Factor de crecimiento transformador
SNP:	Sistema nervioso periférico
BMP:	Proteína morfogénica del hueso
Pax6:	Gen Homeótico de 22 Kb que codifica un factor de transcripción durante el desarrollo embrionario y se expresa durante el desarrollo temprano del ojo y el sistema nervioso en la diferenciación neuronal y la configuración sináptica.
PPT:	Parto Pre- término
RPM:	Rotura prematura de las membranas fetales
PEG:	Pequeño para la edad gestacional
RCI:	Retraso de crecimiento uterino
MG:	Materia gris
RNM:	Resonancia Magnética
CI:	Coficiente Intelectual
CDC:	Desarrollo de la coordinación
MOM:	Movimientos oculomotores
TSC:	Reflejo Tónico simétrico del cuello
TASC:	Reflejo Tónico Asimétrico del cuello
TL:	Reflejo Tónico Laberíntico
E:	Emetropía
M:	Miopía
H:	Hipermetropía
AMS:	Astigmatismo Miopico simple
AHS:	Astigmatismo Hipermetrópico simple
AMC:	Astigmatismo Miopico Compuesto
AHC:	Astigmatismo Hipermetrópico Compuesto
AM:	Astigmatismo Mixto

## RESUMEN

**INTRODUCCION.** La visión perceptual es el conjunto de habilidades cognitivas y su objetivo es analizar, interpretar a través de la información previamente conocida por el individuo para llevar a cabo, acciones cotidianas, simples y complicadas, y con el fin de recibir información del medio externo, el ser humano está equipado de órganos y sentidos que a su vez están encargados de recibir la información y llevarla al cerebro y poder llevar a cabo una traducción perceptual. Para su estudio Garzia, nos dice que se organiza en 3 áreas: Habilidades de visión espacial, habilidades de análisis visual y habilidades de integración visual. Para que sea procesada la información necesitamos que se cumplan todas las condiciones fisiológicas necesarias, con las que cuenta cualquier individuo sano pero los niños que nacen de forma prematura no siempre cuentan con eso, debido a una limitación en la formación o en la madurez de los órganos y sistemas. Por otro lado; los reflejos primitivos son movimientos automáticos, dirigidos desde el tallo cerebral y ejecutados sin implicación de la corteza cerebral, que también sufren cambios en los niños que nacen antes de terminar el proceso de gestación y son esenciales para la supervivencia del bebé en sus primeras semanas de vida y le proporcionan el entrenamiento básico en muchas de sus habilidades voluntarias posteriores. Sin embargo, estos tienen una vida limitada y deberán de inhibirse entre los 4 a 6 meses de edad. Dependiendo de una o a todas las áreas del funcionamiento, no sólo a la coordinación visomotora gruesa y fina, sino también a la percepción sensorial, a la cognitiva, y a las vías de expresión. La inhibición de un reflejo primitivo se relaciona con una nueva habilidad. .

### **OBJETIVO:**

Comparar las Habilidades Viso-Perceptuales y la persistencia de los Reflejos Primitivos en niños a término y niños prematuros

### **METODOLOGIA:**

Se realizó un estudio Observacional, Analítico, Comparativo

Se realizaron pruebas refractivas y de binocularidad, se le aplica el teste de PIAGET, GARDNER, TVPS-3, VMI, ANM-F ANM-R, y 3x3 salto alterno en el rango de edad y cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión, s se formaron 2 grupos de estudio, nacidos a término y prematuros.

### **RESULTADOS:**

Evidencia de diferencias significativas entre niños con antecedente de prematuridad y nacidos a término en edad de 3 a 12 años, en varias habilidades visuoperceptivas, estereopsis y habilidades visuomotoras.

Las habilidades que más se afectan por la prematuridad son las habilidades visuoperceptivas y más en concreto las habilidades de: Memoria visual, de Relación visuo-espacial, de Constancia y \_Forma, de Figura- fondo y de Cierre visual. Los niños que nacen completando su formación gestacional tienen un mayor desarrollo de la percepción visual que los que nacen de forma prematura, esta diferencia significativa también se observa en las habilidades de la relación espacial, de análisis de la percepción visual) y en la percepción integradora con el test de Beery VMI. Se ha observado una superioridad en la inhibición de los Reflejos primitivos del Moro y el Tónico Laberíntico en el grupo de los niños que nacieron a término.

**CONCLUSIONES:** Existe una asociación del nacimiento prematuro y la deficiencia de ciertas habilidades visuo-percetuales, y un el retardo en la inhibición de los reflejos primitivos de Moro y Tónico Laberíntico.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Perceptual vision is the set of cognitive skills and its objective is to analyze, interpret through information previously known by the individual to carry out simple, complicated everyday actions. In order to receive information from the external environment the human being is equipped with organs and senses which in turn are responsible for receiving the information and bring it to the brain. For its study Garzia, tells us that it is organized in 3 areas: Spatial vision skills, visual analysis skills and visual integration skills. In order for the information to be processed, we need all the physiological conditions necessary for healthy individuals to be fulfilled, but children born prematurely do not always have this, due to a limitation in the formation or maturity of organs and systems. On the other hand; The primitive reflexes are automatic movements, directed from the brain stem and executed without involvement of the cerebral cortex, that also undergo changes in the children who are born before finishing the gestation process and are essential for the survival of the baby in its first weeks of Life skills and provide you with basic training in many of your later volunteer skills. However, these have a limited life and should be inhibited between 4 to 6 months of age. Depending on one or all areas of functioning, not only thick and thin visomotor coordination, but also sensory perception, cognitive perception, and expression pathways. The inhibition of a primitive reflex is related to a new ability.

**OBJECTIVE:**

Comparing Viso-Perceptual Skills and the Persistence of Primitive Reflexes

**METHODOLOGY:**

An observational, analytical, comparative study

Refractive and binocular tests were performed, the PIAGET, GARDNER, TVPS-3, VMI, ANM-F ANM-R, and 3x3 alternate leap tests were applied in the age range and met the inclusion and exclusion criteria, S were formed 2 study groups, born to term and premature:

**RESULTS:**

Evidence of significant differences between preterm and preterm infants aged 3 to 12 years in various visuoperceptive abilities, stereopsis and visuomotor skills.

The skills that are most affected by prematurity are visuoperceptive skills and more specifically the skills of: Visual memory, Visual-spatial relationship, Constancy and Form, Figure-background and Visual closure. Children who are born completing their gestational formation have a greater development of visual perception than those born prematurely, this significant difference is also observed in the skills of spatial relationship, analysis of visual perception) and in integrative perception With the Beery VMI test. A superiority has been observed in the inhibition of the Early Moro Reflexes and the Labyrinthic Tonic in the group of children who were born to term.

**CONCLUSIONS:** There is an association between premature birth and the deficiency of certain visuo-perceptual abilities, and with the delay in inhibition of the primitive reflexes.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo del niño tiene una gran importancia desde la etapa de implantación y la diferenciación de las células embrionarias, hasta la etapa fetal en donde se generan, el crecimiento, la maduración de los órganos y tejidos y por supuesto el desarrollo del sistema nervioso y el sistema visual; esta evolución tiene un proceso detallado semana tras semana, de la siguiente forma:

- Semanas 3<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup>: Diferenciación de las células embrionarias e Individualización
- Semanas 6<sup>a</sup> a 14<sup>a</sup>: El embrión se transforma en feto
- Semanas 18<sup>a</sup> a 22<sup>a</sup>: Movimientos sensibles del feto
- Semanas 24<sup>a</sup> a 26<sup>a</sup>: “Cableado cerebral”
- Nacimiento: a las 38,5 semanas aproximadamente

Y dado que la OMS <sup>1</sup> en noviembre de 2015 enuncia que a nivel mundial, la tasa de nacimientos prematuros oscila entre el 5% y el 18% de los recién nacidos, y cada año nacen en el mundo unos 15 millones de bebés antes de llegar a término, es decir, más de 1 en 10 nacimientos y de esto algunos sufren algún tipo de discapacidad de por vida, en particular, discapacidades relacionadas con el aprendizaje, problemas visuales y auditivos. Así mismo, en una nota publicada por IANS (Indo-Asian News Service) se informa que un estudio realizado en el Hospital de la Universidad de Uppsala, en Suecia en octubre de 2003, se afirma que los niños nacidos prematuramente tienen más probabilidades de padecer problemas visuales y cognitivos al llegar a la edad de 10 años, y se encontró que tenían agudezas visuales lejanas y cercanas menores, al compararse con niños de término completo.

Dentro de éste contexto cabe señalar que la condición del sistema visual y la integración con el ambiente que rodea al niño o al adulto afectada y se manifiesta la necesidad de realizar evaluaciones tanto del sistema visual como de las habilidades perceptuales que indican anomalías de integración viso-perceptual.

Para esto es importante recordar que sistema visual está compuesto por una serie de habilidades que permiten el adecuado ordenamiento y procesamiento de la información visual <sup>2</sup>. Y desde este punto de vista del funcionamiento, se divide en tres áreas estrechamente relacionadas:

- agudeza visual
- eficiencia visual
- interpretación de la información visual.

En la interpretación de la información visual está implícita la percepción visual, que ha sido definida como una actividad integral altamente compleja que involucra el entendimiento de lo que se ve <sup>3</sup> es la respuesta a una estimulación físicamente definida, el proceso total de interconectar una situación que requiere atención, organización, descubrimiento y selección que se expresa indirectamente a través de respuestas verbales, motrices y gráficas. La percepción permitirá que el individuo sea capaz de

separar, relacionar, manejar la direccionalidad y vocabulario más usual, organizar el tiempo y espacio.

Se puede decir que la percepción es una interpretación o discriminación significativa de los estímulos visuales externos relacionados con el conocimiento previo y el estado emocional del individuo y consta de un grupo de habilidades usadas para reconocer, recordar y manipular la información visual.

Existen cuatro fases en el proceso de la percepción:

- Detección: células sensibles a un tipo de estímulo.
- Transducción: Los receptores convierten la energía del estímulo en mensajes nerviosos.
- Transmisión: Los impulsos nerviosos que transmiten la información codificada al cerebro.
- Procesamiento de la información: el cerebro quien organiza e interpreta la información.

El periodo normal de desarrollo máximo de la percepción visual se da entre los 3 ½ a 7 ½ años de edad, pero en el caso de los niños que tienen un tiempo gestación pre-término se pueden encontrar un retraso de este desarrollo en las diferentes áreas, a pesar de contar con un estado de refracción, motilidad visual y de binocularidad dentro de los parámetros saludables;

Entre las alteraciones de la percepción se pueden detectar:

- Discriminación perceptiva: Captación de la semejanza o diferencia entre estímulos relacionados.
- Integración perceptiva. Reconocimiento de un todo cuando falta una o más partes de ese todo.
- Alteraciones visomotoras. Problemas de lateralidad, direccionalidad y coordinación visomotora.
- Rapidez perceptiva: Tiempo de respuesta a un estímulo.
- Perseverancia: dificultad para avanzar desde una respuesta ya aprendida a un nuevo tipo de respuesta.
- Para su análisis, en éste trabajo se consideró conveniente realizar la evaluación de la percepción visual asumiéndola en tres modalidades de integración de la información: las habilidades visuo-espaciales, el análisis visual y la integración visomotora; para lo que seleccionamos de la siguiente manera:
  - Espaciales (lateralidad y direccionalidad) con el test de PIAGET Y DE Garder en Ejecución y Reconocimiento
  - Análisis Visuo-perceptual con el TVPS-3 de niños que nacieron a término y niños <sup>4</sup> que nacieron de forma prematura Este sistema se subdivide en cuatro habilidades: percepción de la forma, discriminación visual, atención visual, velocidad perceptual y memoria visual, las cuales en su gran mayoría son medidas a través del test TVPS-3 (Test Visual Perceptual Skills). Este test está compuesto por 112 figuras negras sobre fondo blanco y evalúa siete habilidades: discriminación visual, memoria visual, memoria secuencial, relaciones espaciales, relación figurafondo, constancia de la forma y cerramiento visual.

- Integración audio-perceptual para lo que se consideró la prueba de 3x3 salto alternado, el test de integración visomotora Beery VMI, y el test de ANM-F Y ANM-R.

El análisis visual consta de cinco sub-habilidades, las cuales representan la construcción teórica del concepto de percepción visual. Estas son:

- Discriminación visual: la habilidad de discriminar formas dominantes de objetos, por ejemplo: la habilidad de discriminar la posición, la forma, el contorno y el color.
- Relación espacial: la habilidad de percibir las relaciones de los objetos en relación a ellos mismos u otros objetos (figuras al revés o rotadas).
- Memoria visual: la habilidad de reconocer el ítem de un estímulo después de un pequeño intervalo de tiempo.
- Fondo-figura: la habilidad de identificar un objeto dentro de un fondo complejo o rodeado de figuras.
- Cerramiento visual: la habilidad de identificar una figura completa cuando solo se muestran fragmentos <sup>4</sup>.

Existen diferentes test que evalúan las habilidades perceptuales visuales. Uno de ellos es test of visual perceptual Skills (TVPS-3).

El TVPS-3 utiliza 112 diseños en blanco y negro y contiene siete subtest con formato de respuesta de selección múltiple, lo que permite que el paciente sólo nombre de forma verbal la respuesta o la señale. Los puntajes de los subtest son reportados como valores escalonados, rangos porcentuales y valores equivalentes con la edad. El puntaje total es reportado como un puntaje estándar y como rango porcentual <sup>4</sup>.

Las habilidades perceptuales se desarrollan progresivamente según la madurez cognitiva y el desarrollo general del niño <sup>5</sup>, sin embargo, relativamente muy pocos investigadores se han enfocado en el refinamiento de estas habilidades en niños.

Tal como lo reporta el manual del test TVPS-3, Seiderman, en 1976, refirió que un gran porcentaje de niños con problemas de aprendizaje tienen problemas de percepción visual, incluso cuando su agudeza visual, no es mala.

Y en otra área de la percepción, diremos que la integración visomotora es el grado en el cual la percepción visual y los movimientos de la mano y los dedos están bien coordinados, es la capacidad de transformar objetos visualmente percibidos con una expresión motora, la cual requiere la percepción visual intacta, velocidad psicomotora y coordinación en esta . Puede ser evaluada por medio del test de integración visomotora Beery VMI, el cual es una secuencia de desarrollo de formas geométricas para que sean copiadas con papel y lápiz. Está diseñado para valorar el nivel de integración de las habilidades visuales y motoras (coordinación ojo-mano). Este test puede ser usado para identificar tempranamente retrasos en el desarrollo o disfunciones de integración, para probar la efectividad de la educación y para investigación avanzada.

Según Kephart asume, en el manual del test Beery VMI <sup>7</sup> que los niños pueden tener bien desarrolladas las habilidades visuales y motoras, pero ser incapaces de integrarlas, por lo cual supuso que la integración puede partir de la función subcortical, por ejemplo, en el tronco cerebral. Si hay una falta de desarrollo o daño en tales áreas, un test visomotor puede ser sensible a varios tipos de problemas de integración y no solo a dificultades visomotoras.

Por otro lado, tenemos que; los reflejos primitivos son movimientos automáticos, dirigidos desde el tallo cerebral y ejecutados sin implicación de la corteza cerebral, que también sufren cambios en los niños que nacen antes de terminar el proceso de gestación y son esenciales para la supervivencia del bebé en sus primeras semanas de vida y le proporcionan el entrenamiento básico en muchas de sus habilidades voluntarias posteriores. Sin embargo, estos reflejos tienen una vida limitada y deberán de inhibirse entre los 4 a 6 meses de edad, esto permite a su vez que el niño tenga control sobre sus respuestas voluntarias. Si estos reflejos permanecen activos más allá de este tiempo, se les denominara aberrantes y pasaran a ser una evidencia de una debilidad o inmadurez en el sistema nervioso central y si continua su actividad también pueden impedir el desarrollo de los reflejos posturales posteriores, que ayudaran al niño a interactuar eficazmente con el entorno.

Dependiendo del grado de actividad refleja aberrante, puede afectar a una o a todas las áreas del funcionamiento, no sólo a la coordinación visomotora gruesa y fina, sino también a la percepción sensorial, a la cognitiva, y a las vías de expresión.

La inhibición de un reflejo primitivo se relaciona con una nueva habilidad. Esta es la razón de que el conocimiento de la cronología de los reflejos y el desarrollo normal del niño nos ayuda para predecir que habilidad pudo haber sido dañada como resultado directo en la falla en la inhibición de los mismos

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el año 2006 <sup>8</sup> la Organización Mundial de la Salud advierte que desde el 2002 las discapacidades visuales en el mundo afectaba a más de 161 millones de personas, de las cuales 124 millones padecían deficiencia de la agudeza visual, mientras que el resto, 37 millones de personas ya sufrían ceguera legal, la misma OMS en agosto del 2014(2) en su nota descriptiva no. 282 aclara que en el mundo hay aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, y en términos mundiales, los errores de refracción no corregidos constituyen la causa más importante de discapacidad visual que como en esa misma nota se clasifica, hay entre:

- visión normal
- discapacidad visual moderada
- discapacidad visual severa

En éste mismo año la OMS <sup>9</sup> estima que el número de niños con discapacidad visual asciende a 19 millones, de los cuales 12 millones la padecen debido a errores de refracción que son fácilmente diagnosticables y corregibles y entre ellos están los que necesitan intervenciones de rehabilitación visual para su pleno desarrollo psicológico y personal.

Para la importancia de este trabajo, cabe señalar que los nacimientos prematuros han aumentado de manera considerable en todos los países del mundo, en concreto, de los 135 millones de bebés que nacieron en 2010, 15 millones lo hicieron de manera prematura y de ellos murieron 1,1 millones, según el informe "Born Too Soon" (Nacer Muy Pronto), presentado el año pasado por la Organización Mundial de la Salud, este estudio refleja que los países desarrollados duplicaron la tasa promedio de nacimientos prematuros al 6% desde 1995; y en su nota descriptiva <sup>9</sup> N°363 de noviembre de 2015 también la OMS enuncia que en los 184 países estudiados a nivel mundial, la tasa de nacimientos prematuros oscila entre el 5% y el 18% de los recién nacidos, y cada año nacen en el mundo unos 15 millones de bebés antes de llegar a término, es decir, más de 1 en 10 nacimientos y muchos de los bebés prematuros que sobreviven sufren algún tipo de discapacidad de por vida, en particular, discapacidades relacionadas con el aprendizaje, problemas visuales y auditivos.

En una nota publicada por IANS (Indo-Asian News Service) se informa que un estudio realizado en el Hospital de la Universidad de Uppsala, en Suecia en octubre de 2003 <sup>10</sup>, se afirma que los niños nacidos prematuramente tienen más probabilidades de padecer problemas visuales y cognitivos al llegar a la edad de 10 años, y se encontró que tenían agudezas visuales lejanas y cercanas menores, al compararse con niños de término completo. Eva K. Larsson, quien está al frente de la investigación, afirmó que se encontraron errores de refracción significativos en el 29,6% de los nacidos prematuramente y en el 7,8% de los niños a término. Los niños prematuros tuvieron una mayor prevalencia de hipermetropía de más de 3.00D, miopía de -1.00D o menos, astigmatismo de 1.00 D o más y anisometropía de 1.00 D o más, que los nacidos a término.

En otros estudios específicos acerca del lenguaje y habla de los prematuros, han mostrado que aproximadamente un 30% de estos infantes tendrían un significativo riesgo de dificultades de lenguaje, relacionadas a rapidez y comprensión de conceptos (disnomia), sin embargo no aparecen con problemas en mediciones verbales globales según Briscoe, Gathercole & Marlow, en el año 2001 <sup>11</sup> ; y también afirmado desde el año 1998 por Luoma, Herrgard, Martikainen & Ahonent, <sup>12</sup>.

Y respecto a la relación entre la inteligencia no verbal y la percepción visual, Stiers, De Cock y Vandebussche en 1999 <sup>13</sup> llevaron a cabo un estudio con 2 grupos de niños, de los cuales aproximadamente un 80% fueron prematuros, y de estos el 62% manifiestan déficit perceptivo visual, después de las evaluaciones de inteligencia no verbal y de identificación de la disfunción perceptivo visual, concluyen que estas coexisten separadamente y no establecen entre ellos relaciones de causalidad.

Por otro lado y también para la importancia de éste trabajo, es conveniente mencionar que, los reflejos primitivos que son movimientos automáticos, estereotipados, dirigidos desde el tallo cerebral y ejecutados sin implicación de la corteza cerebral, sufren cambios en los niños que nacen antes de terminar el proceso de gestación y son esenciales para la supervivencia del bebé en sus primeras semanas de vida, éstos deberán inhibirse entre los 4 a 6 meses de edad, para que el niño tenga control sobre sus respuestas voluntarias. Si estos reflejos permanecen activos más allá de este tiempo, se les denominará aberrantes y pasaran a ser una evidencia de una debilidad o inmadurez en el sistema nervioso central y dependiendo del grado de actividad refleja aberrante, puede afectar a una o a todas las áreas del funcionamiento, no sólo a la coordinación visomotora gruesa y fina, sino también a la percepción sensorial, a la cognitiva, y a las vías de expresión.

Se considera, que en el contexto de la problemática que se expone y las consecuencias que tienen en un importante porcentaje de la población infantil y después del joven o del adulto que nacieron de forma prematura, es imperante la necesidad de generar información nueva que sirva de apoyo al buen manejo de los pacientes que lo ameriten. Por lo tanto, determinar la presencia de las alteraciones en las habilidades visuo-perceptuales de los procesos en el sistema visual, y la presencia o no los reflejos primitivos en los todos los niños, pero sobre todo en los niños que nacieron de forma prematura dada las alteraciones que se dan en la interrupción del proceso de desarrollo del sistema nervioso, motor y cognitivo, cada día tiene y tendrá más valor para el buen manejo de los pacientes, y a razón de lo dicho es que se considera necesario responder la siguiente pregunta:

**¿Cuáles son las habilidades visuo-perceptuales y el grado de integración de los reflejos primitivos, de una muestra de niños mexicanos que nacieron a término y otros que nacieron de forma prematura, y hoy tiene una edad entre los 3 y 12 años de edad?**

## JUSTIFICACIÓN

Este estudio se justifica en la medida en que evidencie la importancia de que los optometristas enfocados en la evaluación pediátrica trabajen en el sistema visual de una forma integral, evaluando su influencia en procesos tan importantes como la Percepción visual espacial, de análisis y de integración audio-visual así como la evaluación de los reflejos primitivos en los niños prematuros y los que han nacido al término de su gestación.

Aclarando que en la práctica de la optometría pediátrica, la evaluación se enfoca en el diagnóstico de ametropías significativas, alteraciones en la motilidad ocular o alteraciones de tipo sensorial que pueden impedir el desarrollo adecuado de una visión binocular, es decir, se ha estudiado a profundidad la calidad de la imagen y cómo esta afecta el procesamiento de la información, sin embargo, poco se ha tenido en cuenta el procesamiento de la información visual neuronal, de donde se desprenden el desarrollo de la percepción y las habilidades perceptuales visuales, las cuales son importantes para lograr un buen desempeño en el aprendizaje e integración al mundo y en el desempeño escolar, especialmente en áreas como la lectura y las matemáticas, y así un correcto desarrollo integral del niño y luego del adulto.

Así mismo, en México no existen estudios estadísticamente significativos del grado de las alteraciones de las habilidades perceptuales visuales, integración visomotora, y de la importancia y presencia de la integración que tienen los reflejos primitivos para el desarrollo de las mismas y luego considerar su análisis, para de esta manera llegar a conocer si el sistema visual se relaciona con el proceso de desarrollo visual, auditivo e integral del niño.

Y dado que en el Decreto Oficial por el que se reforma el artículo 61 de la Ley General de Salud del 25 de enero del 2003 <sup>14</sup> dice que, deberá darse: “La atención del niño y la vigilancia de su crecimiento, desarrollo integral, incluyendo la atención prenatal, así como la prevención y detección de las condiciones y enfermedades hereditarias y congénitas, y en su caso atención, que incluya la aplicación de la prueba del tamiz ampliado, y su salud visual; La revisión de retina y tamiz auditivo al prematuro; y la aplicación del tamiz oftalmológico neonatal, a la cuarta semana del nacimiento, para la detección temprana de malformaciones que puedan causar ceguera, y su tratamiento, en todos sus grados. La importancia del presente trabajo de investigación, radica en ser una justificación concreta y objetiva de la necesidad de recursos para la aplicación de técnicas de salud ocular y visuo-perceptual, para el manejo adecuado de los niños nacidos pretérmino con la finalidad de mejorar la atención y el pronóstico en la evolución y desarrollo de la salud visual e integral y su consecuente desempeño escolar.

# TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

## CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

### 1.1 DESARROLLO GESTACIONAL Y ONTOGENESIS EN

### EVOLUCIÓN

#### 1.1.1 GESTACIÓN Y DESARROLLO EMBRIONARIO

La fecundación es la unión de las dos células reproductoras, de sexos contrarios, los gametos, hasta que se funden en uno solo los respectivos núcleos y parte del citoplasma. Es un proceso que da lugar a la formación de una célula, el cigoto o huevo y que comienza con la penetración de un espermatozoide en un óvulo.

En la fecundación no participa completo el espermatozoide, solo participa su núcleo y su centrosoma; ambos corpúsculos se dirigen al núcleo femenino y el núcleo acaba por fusionarse con él, mientras el centrosoma se divide en dos, originándose las esferas atractivas, que se colocan en los polos del cigoto para la primera división del desarrollo embrionario, que comienza con la segmentación, que es un proceso químico mediante el cual es el espermatozoide penetra al óvulo.

Hay dos tipos de fecundación; la fecundación interna y la fecundación externa.

La fecundación interna, es cuando tiene lugar la cópula, en el cual se expulsan millones de espermatozoides, que penetran en la vagina, y la fecundación externa se refiere a cuando los espermatozoides nadan para fecundar los óvulos liberados.

Por su parte el folículo madura y "expulsa" un ovocito de segundo orden (ovocito II), que está bloqueado en la metafase de la meiosis II, al ser penetrado por el espermatozoide se produce una activación de la meiosis II que estaba detenida. Este ovocito II entra en la fase siguiente (anafase) y expulsa el 2º glóbulo polar constituido por la mitad de los cromosomas que tenía. Este es el momento en que el ovocito se transforma en óvulo.

Los cromosomas que han quedado en el óvulo constituyen el pronúcleo femenino y los que penetraron en el espermatozoide, el pronúcleo masculino, ambos pronúcleos se unen, los 46 cromosomas se duplican y el huevo (diploide) queda constituido para dividirse y dar las dos primeras células del futuro embrión.

La fecundación o unión del espermatozoide y el óvulo se produce en la trompa. Mientras el huevo se encamina hacia el útero ya es un embrión y se fija sobre la pared. La fijación del embrión en la pared del útero recibe el nombre de nidación, en este embrión hay dos grupos de células: un grupo formará el embrión propiamente dicho, y el otro grupo que formará los anexos embrionarios, los principales anexos embrionarios son el amnios y el corion, ya que el alantoides y la vesícula vitelina no son funcionales.

Existe un cámara de sangre entre estas dos partes que procede de la madre, y va formando la placenta que estará unida al embrión por medio del cordón umbilical y a través del cordón, el embrión recibe oxígeno y sustancias nutritivas y por la vía venosa elimina dióxido de carbono y sustancias de desecho, el cordón umbilical tiene 1 cm. de diámetro, alrededor de 70 cm de longitud y esta en espiral.

## 1.1.2 ETAPAS DEL DESARROLLO DEL EMBRIÓN

Engloba el periodo de desarrollo precoz desde el estadio del huevo fertilizado hasta que se forman las capas germinales y a su nivel se diferencian masas de células específicas que fomarán los distintos órganos.

Desde el punto de vista oftálmico acaba aproximadamente en la tercera semana (2.6mm) simultáneamente a la aparición del primordium óptico.

Las fases principales son:

**Morulación:**

Cuando el cigoto ha llegado al periodo bicelular experimenta una serie de divisiones mitóticas que producen un incremento en el número de células. Estas células se hacen más pequeñas con cada una de las divisiones, éstas son blastómeros.

- 30 hrs – 2 células
- 40 hrs – 4 células
- 4 días después de la fecundación se va a formar la mórula, la cual está constituida por 16 células

En el momento en que la mórula entra a la cavidad del útero, se le comienza a introducir líquido por la zona pelúcida hacia los espacios intercelulares de la masa celular interna y la cavidad que se forma por la entrada del líquido se le llama blastocele o la cavidd del blastocito.

**Segmentación:**

Es la repetida división por mitosis del óvulo fecundado hasta llegar al estado de blástula, dando lugar a numerosos blastómeros. Puede ser, según la participación de todo el vitelo o la distinción en formativo y nutritivo, total o parcial; la primera puede ser igual o desigual, y la segunda discoidal o superficial.

**Blastulación:**

Es la división celular que sucesivas de la segmentación y conducen a una etapa en la que el sigote ha alcanzado un gran número de células.

**Gastrulación:**

Se refiere al proceso de formación de la gástrula que comprende la invaginación o embolia, que es la forma ordinaria de la gastrulación de la blástula y consistente en que una parte de la misma se introduce en la otra, dado porque se comprime en ella hasta formar con ella un casquete hemisférico: la parte que queda fuera viene a ser el ectodermo de la gástrula, y la parte invaginada el endodermo.

**Neurulación.**

Formación de la línea primitiva y el Nódulo de Hensen (condensación ectodérmica) con el blastoporo en su superficie

**Proliferación de las células ectodérmicas:**

Desde la línea primitiva, que dará lugar al mesodermo secundario (entre ectodermo y

endodermo)

### **Organogenesis:**

Es la formación de los esbozos organógenos y diferenciación de los mismos.

## **1.2 ONTOGÉNESIS DEL SISTEMA NERVIOSO y DESARROLLO GESTACIONAL**

El término ontogénesis, se refiere al proceso evolutivo de un individuo dentro de su misma especie (desde la fecundación hasta la adultez).

Y dentro de este proceso y desde el punto de vista anatómico, el desarrollo del sistema nervioso se compone por el sistema nervioso central (SNC), constituido por el cerebro y el cordón espinal; por el sistema nervioso periférico (SNP), formado por los nervios craneales y espinales, y por los ganglios periféricos <sup>15</sup>.

En términos generales, el sistema nervioso se origina de la capa germinal ectodérmica. Parte de esta capa ectodérmica da origen a, primero, las células de la cresta neural (CCN), las cuales contribuyen con la formación del SNP (células de Schwann, algunas neuronas, células gliales y sistema nervioso simpático y parasimpático); segundo, al neuroectodermo, que origina el tubo neural generador del SNC (cerebro, médula espinal, algunas neuronas, oligodendrocitos, astrocitos y motoneuronas), y, tercero, el ectodermo anterior a la placa neural o ectodermo no neural de donde se originan las placodas craneales, las cuales forman los órganos sensoriales especializados y los ganglios de algunos pares craneales <sup>(16,17,18)</sup>.

Al momento de la fecundación, comienza el proceso de reproducción celular que dará inicio a la formación de un nuevo ser humano.

### **1ª. SEMANA**

Al final de la primera semana de gestación se habrá formado un disco bilaminar (fig. 1).

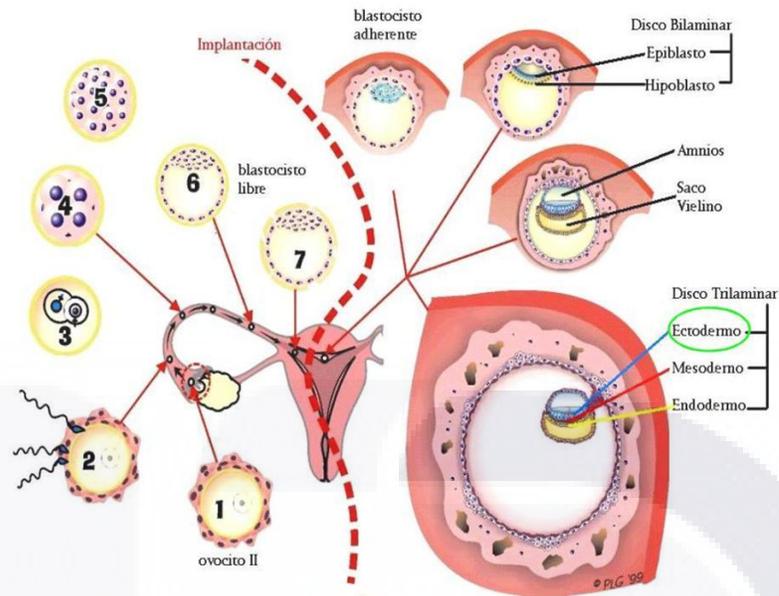


Figura 1. Fecundación.

### 3ª. SEMANA

Para describir la formación del SNC se describen diferentes etapas clave como: la gastrulación, la neuralización y el establecimiento de las vesículas primarias y secundarias.

Es alrededor de la tercera semana cuando comienza la gastrulación y la neurulación. En este momento el disco bilaminar pasa a ser trilaminar, es decir, aparecen las 3 capas (fig. 2): endodermo, mesodermo y ectodermo (que dará origen a la piel y al sistema nervioso).

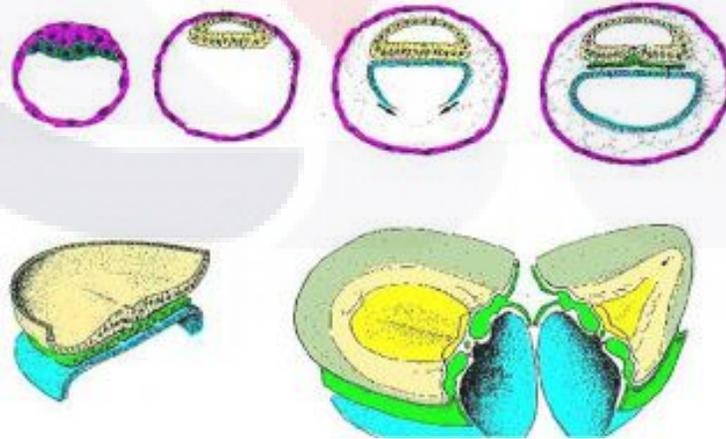


Figura 2. Gastrulación.

Es durante la gastrulación cuando comienza a formarse un surco en la línea media (línea primitiva), que se va a extender a lo largo del disco. Se pueden distinguir 2 extremos: extremo cefálico (en el cual se formará posteriormente la cabeza), y el extremo caudal, (que corresponde con la parte caudal de la médula espinal) en este último se puede observar el nodo de Hensen (fig 3).



**Figura 3. Desarrollo Embrionario del sistema nervioso.**

Y comienza la neurulación, que consiste en la formación del tubo neural, esta se presenta de dos formas: la neuralización primaria, que se da en la parte anterior de la placa, y la neuralización secundaria, que se localiza en la parte más posterior de la placa. En la primaria las células de la placa neural proliferan y se elevan, hasta convertirse en los pliegues neurales, los cuales se fusionan para formar el tubo neural. Durante la secundaria, el tubo se forma inicialmente como una barra densa que posteriormente se ahueca hasta formar el tubo neural secundario <sup>16</sup>. El tubo neural se forma a partir de la segmentación de las células del ectodermo en tres grupos celulares el que queda directamente en el tubo, conocido como ectodermo neural o neuroectodermo, el que cubre al tubo neural, llamado ectodermo no neural, y el que inicialmente se ubica entre estos dos y posteriormente migra a distintos destinos, las CCN.

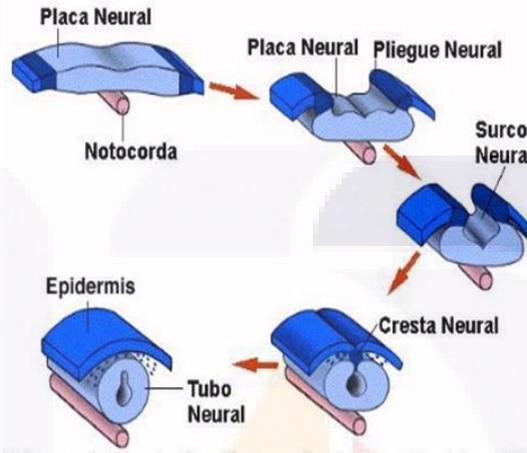
La capa exterior comienza a formar el surco neural, que se formará a partir de la línea media. El surco comenzará a profundizarse y las paredes a ensancarse, formando los pliegues neurales. Dichos pliegues se irán acercando a la línea media formando las crestas neurales y finalmente al cerrarse formarán el tubo neural (fig. 4).

Los extremos abiertos del tubo neural son llamados neuroporo anterior y posterior. Una vez ha finalizado el cierre de los neuroporos (día 26 de gestación para el anterior y 28 para el posterior, aproximadamente), el tubo neural se ve como un cilindro cerrado separado del ectodermo superficial y se da la neuralización secundaria (8). Esta neuralización afecta solo la zona sacra <sup>(16,17)</sup>. Otra característica particular de la neuralización secundaria es que a pesar de que a este nivel no se forman pliegues neurales, el tubo neural secundario sí ha demostrado delaminar células de la cresta neural <sup>16</sup>.

Durante este proceso el embrión pasa de ser una estructura organizada en dos capas (epiblasto e hipoblasto) a una formada por tres capas (ectodermo, mesodermo y

endodermo) <sup>19</sup> . En esta etapa se presenta el primer indicio de formación del sistema nervioso: el establecimiento de la placa neural <sup>20</sup> .

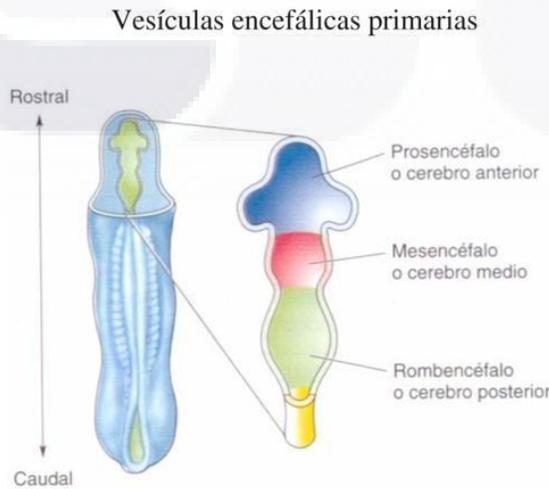
Algunos estudios sugieren que el gen Sonic Hedgehog (shh) orquesta la morfogénesis del tubo neural, al coordinar la adhesión y la movilidad celular con la proliferación y la diferenciación <sup>(21,22)</sup> .



**Figura 4. Neurulación.**

El cierre del tubo neural se extiende en dos direcciones: caudal y rostral, dando lugar a la formación de los neuroporos. El neuroporo anterior se ubica en la parte cefálica; mientras que el posterior se ubica en la parte caudal. A los costados del tubo neural, se vuelven evidentes unas protuberancias que son los somitas, los cuales posteriormente darán lugar a la columna vertebral.

El cierre del neuroporo anterior, permitirá la formación de las 3 vesículas primarias: prosencéfalo, mesencéfalo y rombencéfalo. También aparecen las flexuras o curvaturas: cefálica, pontina y cervical (fig. 5).



**Figura 5. Vesículas primarias.**

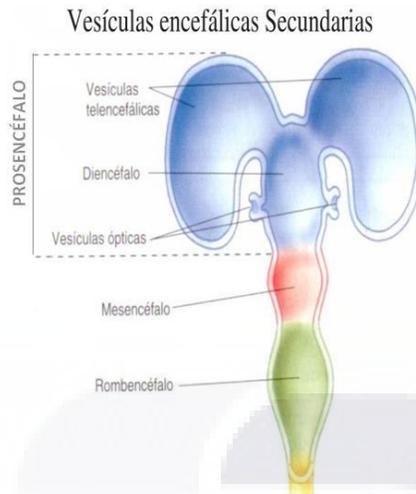


Figura 6. Vesículas secundarias.

### FORMACIÓN DE VESÍCULAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS.

Antes de finalizar el cierre del tubo neural inicia una diferenciación macroscópica. Esta se da como cambios en el extremo anterior del tubo neural anterior, lo que origina las vesículas primarias. Las vesículas primarias darán origen a las vesículas secundarias (fig 6). Estas vesículas se identifican como: el cerebro anterior o prosencéfalo, el cerebro medio o mesencéfalo y el cerebro posterior o romboencéfalo, separadas entre ellas por valles o constricciones. El tubo neural restante se transforma en la médula espinal.

Las vesículas secundarias darán lugar a las diferentes estructuras del encéfalo (fig 7): del telencefalo se desarrollarán los hemisferios cerebrales, del diencefalo, el tálamo, hipotálamo, epitálamo y subtálamo; el mesencéfalo se conserva y del metencéfalo se desarrollan el cerebelo y el puente, finalmente del mielencéfalo se desarrolla el bulbo raquídeo o médula oblonga.

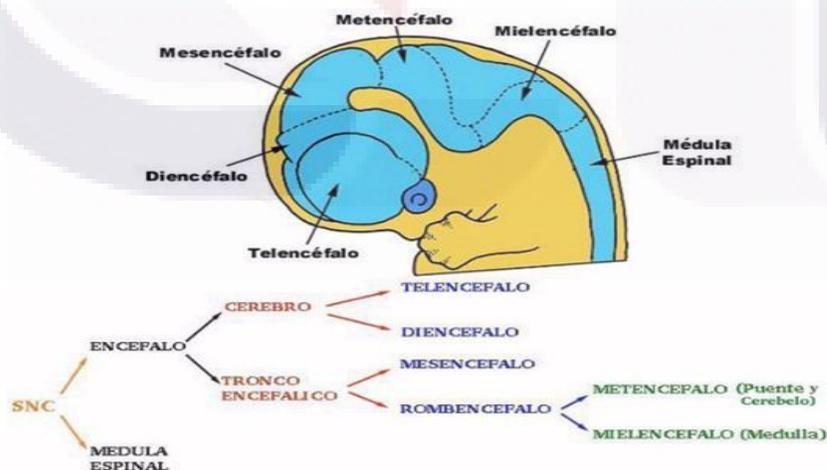


Figura 7. Estructuras derivadas de las vesículas primarias y secundarias.

Entonces la segmentación del tubo neural establece sitios como el istmo y la zona limitans intratálamica, que se comportan como centros organizadores secundarios y generan las señales moleculares que dan origen a los diferentes subtipos celulares (17,18,20). En el momento de cierre del neuroporo posterior, las vesículas ópticas se han extendido lateralmente a cada lado del prosencéfalo, específicamente en el diencefalo (17). Estas vesículas ópticas hacen parte de las vesículas secundarias. El prosencéfalo se subdivide en dos vesículas secundarias, una anterior llamada telencéfalo y una posterior, el diencefalo (fig 8).

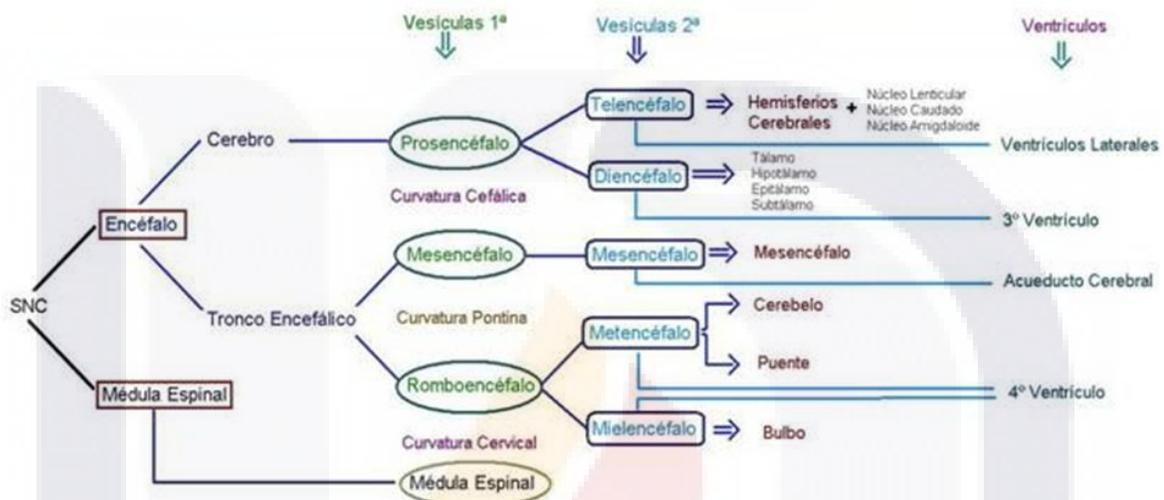


Figura 8. Desarrollo del sistema nervioso. Vesículas, curvaturas y ventrículos.

El telencéfalo forma los hemisferios cerebrales con los ventrículos laterales; mientras el diencefalo genera las regiones talámicas e hipotalámicas y el tercer ventrículo. El mesencéfalo no se divide y su luz origina al acueducto cerebral o acueducto de Silvio. Por otro lado, el romboencéfalo se subdivide en metencéfalo, ubicado en la parte más anterior del cerebro posterior, origen del cerebelo, y en el mielencefalo, que forma la médula oblonga. Ambas vesículas formadoras del cuarto ventrículo (fig. 4) (17). Existe una particularidad en cuanto a la segmentación del cerebro posterior o romboencéfalo, y es que se subdivide en pequeños compartimentos llamados rombómeros. Las células de los rombómeros tienen un comportamiento interesante, ya que no se mezclan entre ellas, a pesar de su cercanía. Por otro lado, las células inmediatamente superiores a los rombómeros, pertenecientes a la cresta neural, forman tejidos específicos según de dónde provenga el rombómero (23).

### 1.2.1 ORGANIZACIÓN DEL TUBO NEURAL.

Es clara la organización del tubo neural en dirección anteroposterior; sin embargo, existe otro eje tan importante como ese: el dorsoventral. La polarización dorsoventral es clave para el desarrollo y la diferenciación de los tipos neuronales. Según las señales moleculares que recibe cada zona del tubo, así mismo es su especificación celular. La parte más dorsal del tubo es especializada en desarrollar neuronas sensoriales, mientras que la porción ventral se encarga de las neuronas en dominios progenitores. Cada dominio se caracteriza por la expresión de un tipo específico de factores de transcripción,

entre otras moléculas, que dan así la identidad a los diferentes subtipos neuronales (21,22,24). El área ventral está bajo la influencia de proteínas como SHH provenientes de la notocorda, mientras que la zona dorsal está influenciada por las proteínas de la superfamilia del factor de crecimiento transformante  $\beta$  (TGF- $\beta$ ), generadas por el ectodermo epitelial que cubre al tubo (21,22,24).

Inicialmente el tubo es una capa de epitelio neurogerminal, es decir, es una capa de una célula de grosor compuesto por células madre neurales (8). Estas células inicialmente son capaces de dividirse hasta que llega un punto donde ya no lo hacen, migran del tubo neural y se diferencian en neuronas o células gliales para constituir el SNP (4). Esta división celular se hace de forma vertical. Ello genera que una célula hija quede cerca al lumen del tubo y la otra hacia la superficie externa, desde donde migran fácilmente. A medida que continúa la división celular, las células hijas que van quedando forman una zona de manto o intermedia y la capa germinal se convierte en la zona ventricular y posteriormente en el epéndimo. Las células de la zona intermedia se pueden diferenciar en neuronas y glías.

En este momento del desarrollo, las neuronas se conectan entre ellas y envían sus axones fuera del lumen del tubo, haciendo de la zona marginal una zona pobre de células. Posteriormente, las células gliales cubren los axones de la zona marginal con vainas de mielina, que dan una apariencia blancuzca. Por esta razón la zona intermedia que contiene los cuerpos neuronales es llamada materia gris, y la capa marginal axonal, materia blanca (17,20)

La organización de estas tres capas se mantiene durante el desarrollo, solo que la zona intermedia asume una forma de mariposa rodeada de materia blanca, y se forma una fisura longitudinal, el surco limitante, que divide al tubo en mitad dorsal y mitad ventral o placa alar y basal, respectivamente (fig. 9-B) 17.

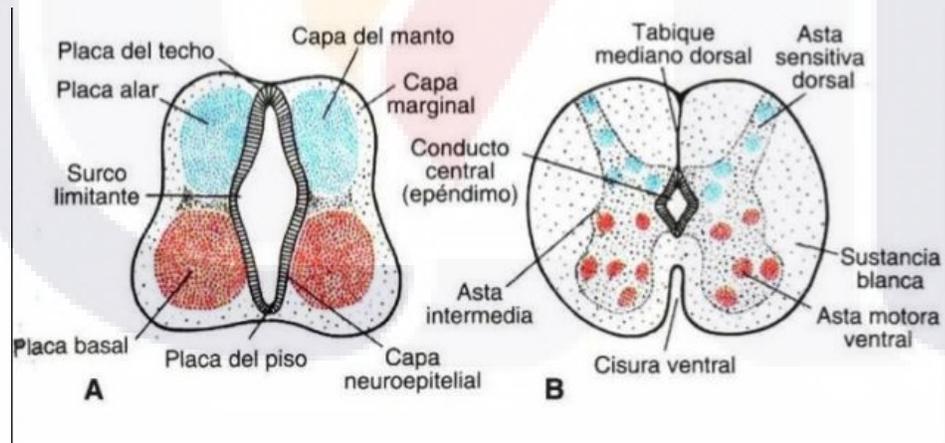


Figura 9. Lumen del tubo neural en mitad dorsal y ventral.

En el cerebelo algunos precursores neuronales entran en la zona marginal para formar clústeres de neuronas llamados núcleos. Cada núcleo funciona como una unidad que actúa como una estación de paso entre las capas externas del cerebelo y las otras partes del cerebro. Otros precursores neuronales migran fuera del epitelio germinal y forman una nueva capa, capa granular externa. Los neuroblastos que proliferan de la parte más externa de esta capa contactan con proteínas morfogenéticas de hueso (BMP), por su sigla en inglés) y se diferencian en neuronas granulares capaces de migrar hacia atrás a la zona del epéndimo y generar la capa granular interna.

Mientras tanto, la zona endotelial genera diferentes tipos de neuronas y células gliales, entre ellas las neuronas de Purkinje, las más comunes del cerebelo. Estas células, a su vez, sostienen la división de precursores de neuronas granulares en la capa granular externa a través de la secreción de SHH (La proteína Sonic Hedgehog homolog (SHH) es una proteína que juega un papel importante en la regulación de la organogénesis en vertebrados durante el desarrollo embrionario y en el control de la división celular y el desarrollo de algunos cánceres).

Por último, en el cerebro las tres capas iniciales del tubo neural también son modificadas como en el cerebelo. Ciertos neuroblastos de la zona intermedia migran a través de la materia blanca para formar una segunda zona de neuronas en la superficie externa del cerebro llamada neocorteza (también de materia gris). Esta se estratifica en seis capas de cuerpos neuronales con diferencias funcionales. Adicionalmente, la corteza cerebral se organiza horizontalmente en más de cuarenta regiones que regulan anatómica y funcionalmente diferentes procesos <sup>17</sup>.

### **1.2.2. SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO Y ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS**

El SNP de la región craneal comprende los ganglios sensoriales, compuestos a su vez por neuronas sensoriales y por los nervios craneales <sup>25</sup>.

Los ganglios sensoriales se originan de las CCN y de las placodas ectodérmicas <sup>(25,26)</sup>. Aunque ambos componentes provienen del reborde de la placa neural, las placodas se restringen al área cefálica, mientras que las CCN se distribuyen a lo largo del embrión, por lo que son el tejido exclusivo de los ganglios periféricos del tronco <sup>26</sup>. Las células derivadas de este sector craneal del embrión responden a la regulación del borde neural anterior (ANR), donde ejerce un papel importante el factor de crecimiento fibroblástico así como las BMP provenientes de las CCN <sup>18</sup>.

Las placodas son engrosamientos transitorios del tejido ectodérmico craneal y se forman por elongación apicobasal de las células cuboidales en la capa interna del ectodermo <sup>(25,27)</sup>. Las placodas craneales incluyen la adenohipofisial, la olfatoria, la del cristalino, la trigeminal, la ótica y las epibranchiales en el humano <sup>(25,27)</sup>.

Comienzan su formación poco después de la gastrulación, y según su posición en el eje anteroposterior y la influencia del tejido que las rodea, adquieren una identidad específica. Tienen dos formas de convertirse en derivados específicos: por invaginación y posterior delaminación del epitelio engrosado en el caso de la adenohipofisial, del cristalino, ótica y olfatoria, o solo por delaminación de las células a tejidos subyacentes, como ocurre en la trigeminal y epibranchiales <sup>(25,27)</sup>.

Las placodas no son solo estructuras receptoras de señales, sino que a medida que se desarrollan se convierten en generadoras de señales para estructuras cercanas <sup>(25)</sup>. Pueden ser sensoriales, las cuales contribuyen a la formación de los ojos, sistema acústico-lateral y órganos olfatorios, o pueden ser neurogénicas, formadoras de neuronas sensoriales de los ganglios craneales <sup>(25,27)</sup>.

Las placodas neurogénicas dorsolaterales se desarrollan a lo largo del sistema nervioso central, en este proceso de formación neurogénica:

- Las Placodas Olfativas pares se forman en el extremo de la cabeza, dentro del estomodeo, invaginándose dorsalmente junto al tubo neural. Entre estas placodas olfativas, se desarrolla la Placoda Adeno-hipofisiaria impar, evaginación del ectodermo.

- De la placoda trigeminal se generan las neuronas sensoriales de los lóbulos oftálmico y maxilomandibular del ganglio del trigémino (V par), primero la fovea ótica y por fusión de los bordes de esta invaginación, la vesícula ótica, de la cual derivan: Las células pilosas (receptores), las neuronas de los ganglios óticos y el aparato vestibular en general
- De la placoda ótica se forman los precursores del epitelio sensorial del oído interno y las neuronas del nervio olfatorio (VIII par), la cual se forma como un engrosamiento del ectodermo superficial a cada lado del mielencéfalo
- La placoda adenohipofisial origina el lóbulo anterior de la glándula pituitaria y las células secretoras endocrinas de la pituitaria. La olfatoria forma el epitelio olfatorio de la nariz y los axones de las neuronas sensoriales, que se proyectan al bulbo olfatorio, órgano vomeronasal y nervios terminales; además, forma las células gliales, que ingresan y migran hacia el cerebro <sup>(25,26,27)</sup>. Esta última, es la única placoda capaz de producir células gliales, ya que la mayoría son de origen de CCN y del neuroectodermo.
- La placoda del cristalino se diferencia en el cristalino. El desarrollo de este último depende de la interacción mutua entre la copa óptica y la vesícula del cristalino. Este proceso se ha visto bien regulado gracias a una molécula maestra, el factor de transcripción Pax6
- Las placodas, excepto la del cristalino y la adenohipofisial, originan neuronas, además de otros tipos celulares. Las neurogénicas se dividen en dos tipos, según su localización y destino: en las dorsolaterales (trigeminal y ótica), que ocupan una posición relativamente dorsal y lateral al cerebro posterior, y en las epibranchiales, ubicadas ventralmente a la placoda ótica y dorsocaudal a las hendiduras faríngeas <sup>(25,26,27)</sup>.
- De las placodas epibranchiales (geniculada, petrosa y nodosa) da origen las neuronas viscerosensoriales de los nervios facial (VII), glossofaríngeo (IX) y vago (X), estas neuronas inervan órganos internos para transmitir información como frecuencia cardíaca, presión arterial y distensión abdominal desde la periferia al SNC, también estas placodas epibranchiales contribuyen únicamente con las neuronas viscerosensoriales del ganglio distal de los nervios craneales VII, IX y X, inervando los órganos viscerosensoriales y los brotes del gusto. Los ganglios proximales de estos nervios provienen de las CCN y producen neuronas somatosensoriales <sup>26</sup>.

Así es como los ganglios de los pares craneales se forman por la reunión de los neuroblastos provenientes de las diferentes placodas.

Las placodas ópticas, también llamadas Placodas del Cristalino son engrosamientos del neuroectodermo lateral que se forman con el estímulo de las vesículas ópticas primarias, las cuales a su vez son salientes del diencéfalo.

La compleja interacción entre el mesénquima circundante, las vesículas ópticas primarias y las placodas ópticas, dan origen a las diferentes partes del ojo, siendo el cristalino la principal contribución de estas placodas.

Dentro del grupo de placodas sensoriales, las ópticas son las únicas que no se diferencian en nervios sensoriales conformados por neuronas bipolares, pues como se podrá concluir, los nervios ópticos, retina y receptores son derivados del neuroectodermo prosencefálico y no de engrosamientos ectodérmicos.

Los precursores moleculares para las placodas más anteriores (adenohipofisial, olfatoria y del cristalino) están localizados en la región más anterior preplacodal, mientras que los precursores de las otras se ubican más caudalmente.

Esta división se evidencia por la expresión de factores de transcripción, lo que divide estas zonas en pequeños subdominios que expresan cada uno un código transcripcional que determina su identidad placodal.

Estos genes incluyen factores de transcripción como:

- Six1, que se expresa inicialmente en toda el área preplacodal
- Pax8, expresado en el dominio posterior del sector preplacodal, los cuales son precursores de la placoda ótica
- Dmrt4, expresado anteriormente para las zonas que serán placodas olfatoria, del cristalino y adenohipofisial
- Foxi1c, identificado en los primordios de las placodas epibranguiales
- Pax6, expresado en la placa neural y en los precursores de las placodas del cristalino y olfatorias
- Ngnr1, expresado en la placoda trigeminal.

A medida que transcurre el desarrollo y las placodas se separan, la combinación de genes expresados cambia y se activan nuevos genes como:

- Tbx2 en las placodas trigeminal y ótica
- Lens1, restringido a la placoda del cristalino.
- Familias de genes Six, Eya y Pax, expresados en todas las placodas sensoriales

Es importante aclarar que estos genes no están solo expresados en sus respectivas placodas, sino también en sus derivados (25,26,28).

### 1.2.3. DESARROLLO GESTACIONAL (29,32,34)

#### 4ª. SEMANA

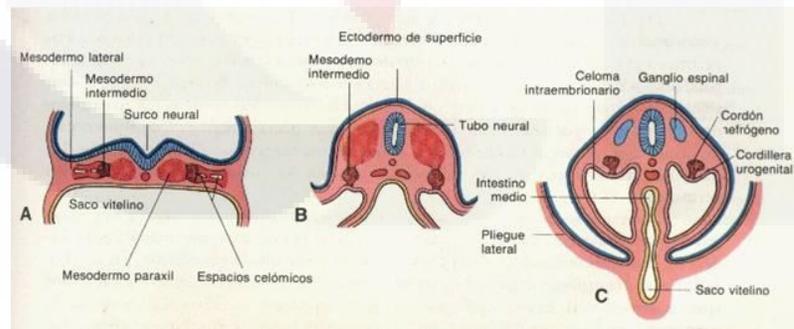
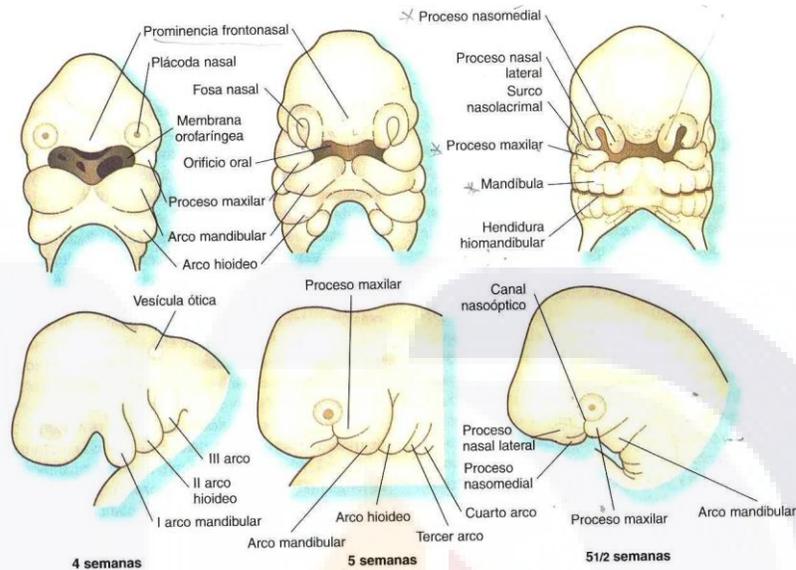


Figura 10. Neurosporos.

Durante la cuarta semana se producen cambios importantes de la forma del cuerpo, al inicio el embrión es casi recto y cuenta con 4 a 12 somitas que producen elevaciones notables de la superficie. El tubo neural se forma entre somitas opuestos, pero está ampliamente abierto en su neuroporos rostral (anterior) y caudal (posterior).

Alrededor del día 24 son visibles los arcos faríngeos. El primero (Arco mandibular) y el segundo (hioideo) son obvios. La parte principal del primer arco da lugar a la mandíbula y una extensión rostral del arco, la prominencia maxilar, contribuye a formar el maxilar

superior. El embrión está ahora ligeramente curvado debido al plegamiento de la cabeza y de la cola.  
El corazón produce una gran prominencia ventral y bombea sangre.



**Figura 11. Vistas frontales y laterales de embriones humanos de 4 a 8 sem.**

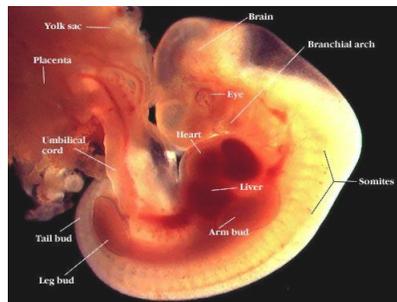
Hacia el día 26 se pueden visualizar tres pares de arcos faríngeos y el neuroporo rostral se cierra. El prosencéfalo origina una elevación notable de la cabeza y el plegamiento del embrión de confiere una curvatura en forma de C.

Aproximadamente los días 26 ó 27 se pueden reconocer las yemas de las extremidades inferiores en forma de pequeñas tumefacciones de las paredes ventrolaterales del cuerpo. También se puede observar las foveas óticas, primordiales de los oídos internos. Los engrosamientos ectodérmicos que indican los futuros cristalinos de los ojos denominados placodas de los cristalinos son visibles a ambos lados de la cabeza.

El cuarto par de arcos faríngeos y las yemas de las extremidades inferiores se pueden visualizar a finales de la cuarta semana. Hacia el final de esta semana, una proyección caudal alargada tipo cola constituye una característica distintiva. Se han establecido los rudimentos de muchos de los sistemas de los órganos, especialmente el aparato cardiovascular.

Al concluir esta semana el neuroporo se suele cerrar.

**5ª. SEMANA**



**Figura 12. Embrion de 5 semanas.**

El crecimiento de la cabeza se debe al rápido desarrollo del encéfalo y las prominencias faciales. La cara entra pronto en contacto con la prominencia cardiaca. El segundo arco faríngeo de crecimiento rápido sobrepasa a los arcos tercero y cuarto, formando una depresión ectodérmica lateral en cada lado, el seno cervical. Las yemas de las extremidades superiores tienen forma de paleta y la de los inferiores son semejantes a aletas. Los rebordes mesonéfricos, órganos provisionales en los humanos.

#### **6ª. SEMANA**

Las extremidades superiores comienzan a mostrar una diferenciación regional en los codos y se desarrollan las caras de las manos de gran tamaño. Primordiales de los dedos, denominados rayos digitales. Comienzan a desarrollarse en distintas placas, indicando la formación de los dedos. Se ha publicado que los embriones en su sexta semana muestran movimientos espontáneos, como la torsión del tronco y las extremidades y muestran respuestas reflejas al acto <sup>(30)</sup>.

El desarrollo de las extremidades inferiores se produce algo más tarde que el de las superiores. Aparecen varias tumefacciones pequeñas (montículos auriculares) alrededor del surco o hendidura faríngea entre los dos primeros arcos faríngeos. Este surco se convierte en el meato acústico externo (conducto auditivo externo) y los montículos auriculares situados a su alrededor se fusionan y forman la aurícula, la parte en forma de concha del oído externo.

El ojo es evidente debido a la formación del pigmento de la retina.

El tamaño relativo de la cabeza es mucho mayor que el del tronco y se inclina sobre la prominencia cardiaca. Esta posición de la cabeza es consecuencia del acodamiento de la región cervical (cuello). El tronco y el cuello han empezado a enderezarse.

#### **7ª. SEMANA**

Aparecen surcos entre los rayos digitales de las placas de las manos que indican claramente los dedos futuros.

La comunicación entre el intestino primitivo y el saco vitelino se reduce en esta etapa a un conducto relativamente delgado, el tallo vitelino. El intestino se introduce en el celoma extraembrionario en la parte proximal del cordón umbilical. Esta herniación umbilical constituye un fenómeno normal en el embrión y se debe al reducido tamaño de la cavidad abdominal en esta fase para acomodar el intestino en crecimiento rápido.

A finales de ésta semana se ha iniciado la osificación de los huesos de las extremidades superiores.

#### **8va. SEMANA**

Es el final del periodo embrionario.

Los dedos de la mano se encuentran separados, aunque notablemente membranosos. Se pueden observar claramente surcos entre los rayos digitales de los pies en forma de abanico.

La proyección caudal tipo cola todavía está presente. Pero es gruesa y corta. El plexo vascular del cuero cabelludo ha aparecido y forma una banda característica alrededor de la cabeza. Hacia el final de esta semana son visibles todas las regiones de las extremidades, los dedos se han alargado y están completamente separados.

En esta fase se producen por primera vez movimientos intencionados de las extremidades. La osificación comienza en las extremidades inferiores a lo largo de la octava semana y se reconoce primero el fémur.

A finales de esta semana desaparece todo el vestigio de la cauda.

### 9ª. A 12ª. SEMANAS



Figura 13. Feto con desarrollo de 12 semanas.

A comienzos de la novena semana, la cabeza contribuye de la mitad de la longitud vértex-coxis del feto.

En la novena semana el hígado presenta el lugar principal de eritropoyesis (formación de eritrocitos). Aunque el crecimiento de la cabeza se reduce considerablemente hacia esa semana, aun es desproporcionadamente grande en comparación con el resto del cuerpo.

En ésta semana la cara es ancha, los ojos estan muy separados, la implantacion de las orejas es baja y los párpados están fusionados.

### 12ª. SEMANAS

Al finalizar las doce semanas, en el esqueleto aparecen centros primarios de osificación, especialmente en el cráneo y los huesos largos. Los párpados se mantienen unidos durante todo este periodo. Las piernas son cortas y los muslos relativamente pequeños.

A finales de la semana, las extremidades superiores han alcanzado prácticamente su tamaño final relativo, pero las inferiores aun no se han desarrollado bien y son ligeramente mas cortas de su longitud final relativa.

Los genitales externos de los varones y mujeres tiene un aspecto similar hasta el final de la novena semana.

Hacia el final de la semana, esta actividad disminuye en el hígado y comienza en el bazo. La formación de orina se inicia entre la semana novena y la duodécima y se elimina hacia el líquido amniótico. El feto absorbe parte de este líquido después de ingerirlo. Los productos fetales de desecho pasan a la circulación materna a través de la membrana placentaria.

### 13ª. 16ª. SEMANAS



Figura 14. Feto de 16 semanas en líquido amniótico.

El crecimiento es rápido durante este período.

Hacia la semana dieciséis, la cabeza es relativamente pequeña en comparación con la del feto de doce semanas y se han alargado las extremidades inferiores.

Los movimientos de las extremidades, que ocurren por primera vez al final del período embrionario, están coordinados hacia la semana catorce, pero son demasiado ligeros como para ser percibidos por la madre. Estos movimientos son visibles durante los estudios ecográficos.

La osificación del esqueleto fetal es activa durante este período y los huesos son claramente visibles en imágenes ecográficas hacia el inicio de la semana.

A las catorce semanas se producen movimientos oculares. Durante esta fase también se determina el patrón del cabello del cuero cabelludo. Hacia la semana dieciséis, los ovarios se diferencian y contienen folículos ováricos primordiales que contienen ovogonias.

El sexo de los genitales externos se puede reconocer hacia la semana 12 ó 14 en la mayoría de los casos.

En la semana 16, los ojos se dirigen hacia adelante en vez de anterolateralmente.

Así mismo, las orejas están cerca de su posición definitiva a los lados de la cabeza.

### 17ª. 20ª. SEMANAS

El crecimiento se realiza durante esta fase, pero la longitud del feto todavía aumenta en unos 50 mm. Las extremidades alcanzan sus proporciones finales relativas y por lo general la madre puede sentir los movimientos fetales.

El tiempo medio transcurrido entre la primera vez que la madre percibe tales movimientos y el parto es de 147 días, con una desviación estándar de más o menos 15 días.

La piel está cubierta ahora de un material grasoso, llamada *vernix caseosa* o *unto sebáceo*. Está formado por una mezcla de secreción lipídica de las glándulas sebáceas fetales y de las células epidérmicas muertas. Esta sustancia protege la delicada piel fetal de rasguños, agrietamientos y endurecimiento como consecuencia de la exposición al líquido amniótico.

A las 20 semanas están recubiertos en su totalidad por un vello fino denominado *lanugo*, que ayuda a retener el *unto sebáceo* en la piel.

Durante este período se forma la *grasa parda*, lugar de producción de calor, especialmente en el recién nacido. Este tejido adiposo especializado produce calor al oxidar ácidos grasos. La *grasa parda* se encuentra principalmente en la base del cuello, parte posterior del esternón y la zona perirrenal.

Hacia la semana 18 se forma el útero y se inicia la canalización de la vagina. En este momento se han formado numerosos folículos ováricos primordiales que contiene ovogonias.

Hacia la semana 20 los testículos han comenzado a descender, pero todavía se encuentran en la pared abdominal posterior, al igual que los ovarios en los fetos femeninos.

### **21ª. A 25ª. SEMANAS**

En este período de tiempo se produce un aumento notable de peso. Aunque todavía es un poco delgado; el feto esta mejor proporcionado.

La piel suele estar arrugada y más transparente, especialmente durante la primera parte de esta fase. La piel es de color rosa a rojo, ya que se puede visulizar la sangre en los capilares.

En la semana 21 comienzan los movimientos oculares rápidos y se han descrito respuestas de parpadeo y susto entre las semanas 22 y 23 tras aplicar una fuente sonora vibroacústica en el abdomen de la madre hacia la semana 24, las células epiteliales secretoras (neumocitos de tipo II) de las paredes inter-alveolares del pulmón han comenzado a secretar agente tensoactivo.

Un lípido con actividad de superficie que mantiene la permeabilidad de los alvéolos pulmonares en desarrollo.

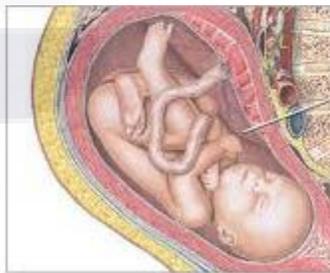
También hacia la semana 24 existen uñas en los dedos de las manos.

Aunque es posible que un feto de 22 a 25 semanas sobreviva si recibe cuidados intensivos, puede morir en la lactancia temprana ya que su aparato respiratorio es aún inmaduro.

### **26ª. A 29ª. SEMANAS**

Con esta edad, un feto suele sobrevivir si nace de forma prematura y recibe cuidados intensivos porque ahora sus pulmones son capaces de respirar aire.

Los pulmones y el sistema vascular pulmonar se han desarrollado lo suficiente para permitir el intercambio gaseoso adecuado.



**Figura 15. Feto en la 27 semana de gestación.**

Asi mismo, el sistema nervioso centra ha madurado hasta una fase en la cual puede dirigir movimientos respiratorios rítmicos y controlar la temperatura corporal.

Las pérdidas de neonatales son mayores en los lactantes de peso bajo. (2.500g ó menos) o muy bajo (1.500g ó menos)al nacer.

A las 26 semanas, los párpados están abiertos y el lanugo y el cabello de la cabeza están bien desarrollados. Se pueden observar uñas de los pies y existe una cantidad considerable de grasa subcutánea bajo la piel, que alisa muchas de las arrugas.

Durante esta fase, la cantidad de grasa blanca aumenta hasta alrededor de un 3,5% del peso corporal.

El bazo fetal ahora es un sitio importante de hematopoyesis o formación y desarrollo de diversos tipos de células sanguíneas y otros elementos formes. La eritropoyesis del bazo finaliza hacia la semana 28, momento en el cual la médula ósea se ha convertido en el lugar principal de formación de esas células.

### **30ª. A 34ª. SEMANA**

Hacia las 30 semanas se puede provocar el reflejo pupilar a la luz.

Generalmente, al concluir este período la piel tiene una coloración rosada y es lisa.

En esta fase, la cantidad de grasa blanca es de, aproximadamente, un 8% de peso corporal.

Los fetos de 32 o más semanas suelen sobrevivir si nacen de forma prematura. Durante este período, cuando nace un feto de peso normal es (premature para la fecha) en contraposición a (premature por el peso).

### **35ª. A 38ª. SEMANA**



**Figura 16. Feto de 36 semanas de gestación.**

Los fetos de 35 semanas agarran fuertemente con la mano y manifiestan reflejo palmar.

Muestran una orientación espontánea frente a la luz.

A medida que se acerca el término del embarazo, el sistema nervioso es suficientemente maduro para realizar algunas funciones integradoras.

A lo largo de este período final la mayoría de los fetos son rollizos.

Hacia la semana 36, las circunferencias de la cabeza y del abdomen son casi idénticas. Después de este momento, la circunferencia abdominal puede ser mayor que la de la cabeza.

Por lo general, la medición del pie fetal es mayor que la longitud femoral a las 37 semanas y representa un parámetro alternativo para confirmar la edad del feto.

Al acercarse el momento del nacimiento se produce una ralentización del crecimiento.

La mayoría de los fetos a término suele alcanzar una longitud de 360 mm y un peso de unos 3.400g.

La cantidad de grasa blanca se sitúa alrededor del 16% del peso corporal. El feto añade unos 14g de grasa al día durante estas últimas semanas de gestación.

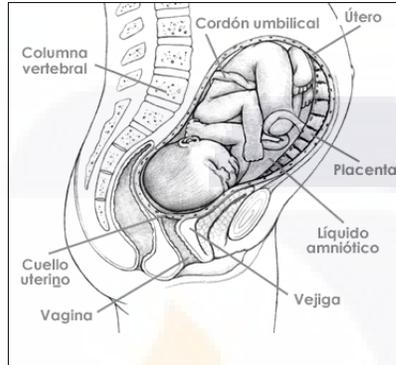
Generalmente, los fetos varones son más largos y pesan más en el nacimiento que los femeninos .

El torax es prominente y con frecuencia las mamas sobresalen ligeramente en ambos sexos.

Los testículos se encuentran habitualmente en el escroto en los varones a término, pero no suelen haber descendido en los lactantes prematuros.

A pesar que la cabeza es más pequeña en relación con la del resto del cuerpo del niño al término que en etapas iniciales de la vida fetal, todavía constituye una de las regiones mayores del feto. Este aspecto es importante con relación a su paso a través del canal del parto.

**39ª. SEMANA**



**Figura 17. Posición fetal a las 39 semanas de gestación.**

El bebé traga líquido amniótico y empieza a acumularlo como material de desecho, que se denomina meconio. El meconio es una sustancia negra pegajosa que será su primer movimiento de intestinos después del nacimiento. El cordón umbilical, que hasta el momento ha transportado los nutrientes desde la placenta al bebé, mide aproximadamente 50 centímetros de largo y 1,3 centímetros de ancho.

**40ª. SEMANA**

Culminación de la gestación, e inicia el proceso de parto con la aparición de contracciones uterinas regulares en la madre gestante, que aumentan en intensidad y frecuencia, acompañadas de cambios fisiológicas en el cuello uterino.



**Figura 18. Neonato con cordón umbilical.**

Los bebés que nacen en la semana 40 pesan, en promedio, unas 7 libras y 4 onzas (3.300 gramos) y miden aproximadamente 20 pulgadas (51 centímetros).

Los recién nacidos, por lo general, tienen la cabeza deformada temporalmente, por haber tenido que pasar por el canal de parto, y suelen estar cubiertos por vérnix y sangre.

La piel del neonato puede aparecer decolorada, con partes secas o con erupciones..

A causa de la presencia de sus hormonas en el sistema del bebé, sus genitales pueden ser grandes y tanto el varón como la mujer, segregue leche de sus pezones.

#### **1.2.4. DESAROLLO DEL OJO. Breve descripción**

- Los campos oculares son dos regiones a los lados del diencéfalo, que expresan PAX-6.
- Están separados en la línea media por parte del mesodermo precordial.
- Los campos oculares se engrosan y forman los surcos ópticos, que luego aumentan de tamaño para formar las vesículas ópticas.
- Estas vesículas crecen hasta contactar directamente con el ectodermo general que las recubre, y lo inducen a formar la placoda cristalina, precursora del cristalino.
- Una vez formada la placoda cristalina, ésta se invagina y se desprende del ectodermo superficial del que se originó, formando la vesícula cristalina
- Esta vesícula induce al ectodermo general que ahora la recubre a formar la futura córnea.
- Mientras esto ocurre, hacia la 5<sup>o</sup> semana del desarrollo, la cara externa de la vesícula óptica, en contacto con el ectodermo superficial, se hace cóncava y pasa a llamarse cúpula o copa óptica.
- La copa se comunica con el diencéfalo a través del tallo óptico, que luego es invadido por los axones de las células ganglionares de la retina neural, formando el nervio óptico.
- En el borde ventral de la copa óptica se forma la fisura coroidea, por donde transcurre la arteria hialoidea, responsable de la irrigación del ojo en formación.
- Posteriormente esta arteria degenera, pero su parte más proximal origina la arteria central de la retina.
- La fisura coroidea se cierra más adelante en el desarrollo. Si esto no ocurre, se produce una alteración llamada coloboma.
- Durante el desarrollo de la córnea, células de la cresta neural craneal migran hacia ella para formar el endotelio corneal, cuya función, con ayuda de la hormona tiroxina, es eliminar gran parte del agua contenida en el estroma corneal para que la luz pueda atravesar la córnea sin alterarse.
- Mientras se desarrollan el cristalino y la córnea, la capa interna de la copa óptica se diferencia para formar la retina neural, es decir, sus células se diferencian mayormente en neuronas y fotorreceptores.
- La capa externa de la copa originará la porción pigmentaria de la retina, no fotosensible.
- Los labios externos de la copa óptica se transformarán en iris y cuerpo ciliar. A partir del epitelio anterior del iris se originan los músculos radiado y circular de la pupila, o sea que estos músculos tienen origen neuroectodérmico.
- El estroma del iris deriva de las crestas neurales.
- En los comienzos de la formación de la retina, la cavidad de la copa óptica es invadida por tejido conectivo laxo, que ocupa el espacio entre la retina neural y el cristalino: el cuerpo vítreo.

- Por fuera de la copa hay células mesenquimáticas, mayormente de las crestas neurales. Las más externas formarán la esclerótica, y las más internas, inducidas por la retina, la coroides que es altamente vascularizada.
- Los párpados son pliegues de ectodermo superficial, que se hallan sobre la córnea y que a la 9<sup>o</sup> semana del desarrollo se fusionan transitoriamente y mientras los párpados están fusionados, se desarrollan las glándulas lagrimales a partir de brotes epiteliales en la superficie lateral del ectodermo y las glándulas lagrimales no están maduras al nacer, recién comienzan a funcionar a la 6<sup>o</sup> semana de vida postnatal.

### 1.3 EL NACIMIENTO PRETERMINO O PREMATURO

El nacimiento pretérmino es el que ocurre antes de las 37 semanas completas de gestación, contadas a partir del primer día de la última menorrea. En 2005, el National Institute of Child Health and Human Development de Estados Unidos recomendó que los nacimientos entre las 34 semanas completas (34 0/7) y menos de 37 semanas completas (36 6/7) de gestación se refieran como pretérminos tardíos <sup>(34)</sup>.

Se considera prematuro un bebé nacido vivo antes de que se hayan cumplido 37 semanas de gestación. Los niños prematuros se dividen en subcategorías en función de la edad gestacional

- prematuros extremos (<28 semanas)
- muy prematuros (28 a <32 semanas)
- prematuros moderados a tardíos (32 a <37 semanas)

Según la clasificación tradicional, los nacimientos prematuros espontáneos se asocian a un parto pretérmino (PPT) o bien a la rotura prematura de las membranas fetales (RPM).

Un parto pretérmino se define como todo parto (con contracciones regulares y maduración cervical) que se inicia antes de 37 semanas completas de gestación, independientemente de la integridad de las membranas fetales. RPM se define como la rotura de las membranas fetales antes de las 37 semanas de gestación, y con frecuencia desemboca en un nacimiento prematuro. El nacimiento prematuro espontáneo constituye un problema común y grave de salud pública.

Más del 90% de los bebés nacidos antes de las 28 semanas de gestación en los países ricos sobrevive, en las naciones pobres mueren más del 90%. <sup>36</sup>.

En su nota descriptiva N°363 de noviembre de 2015, la OMS <sup>1</sup> después de estudiar a 184 países, enuncia que la tasa de nacimientos prematuros oscila entre el 5% y el 18% de los recién nacidos.

El riesgo de nacimientos prematuros para la población general <sup>35</sup> se estima entre el 6 y 10%.

Después de las 28 semanas de gestación, las tasas de mortalidad prenatal y neonatal se hayan estrechamente ligadas con la incidencia de prematurez. Los recién nacidos con edad gestacional inferior a las 32 semanas y sobretudo los que están en la clasificación

de prematuros extremos que nacen antes de la semana 28 de edad gestacional, presentan alta morbilidad y mortalidad. La calidad de atención al nacimiento y durante el primer mes de vida influyen en la morbilidad y mortalidad de los recién nacido prematuros.

### 1.3.1 ETIOLOGÍA

Las causas del incremento de nacimientos pretérmino tardíos no son muy específicas pero entre ellas están:

- Trabajo de parto espontáneo
- Rotura prematura de membranas
- Intervenciones médicas previas
- Error en el cálculo de la edad gestacional en nacimientos electivos
- Presunción de madurez fetal a las 34 semanas
- Incremento en embarazos múltiples <sup>37</sup>
- Tabaquismo
- Pre-eclampsia
- Bacteriuria asintomática

La mayor parte de los nacimientos entre las 34 y 38 semanas de gestación se deben a las indicaciones del médico ginecólogo, del neonatólogo o del médico tratante por riesgos en la salud de la madre o del feto, y por lo tanto ocurre interrumpiendo obligadamente la gestación reduciendo así el riesgo de la salud del binomio madre-niño. En estos casos los datos clínicos maternos y de laboratorio suelen ser suficientes para diagnosticar el factor de riesgo, ya que las lesiones placentarias habitualmente inespecíficas y comunes a varias enfermedades maternas y placentarias, tienen limitado aporte al diagnóstico. Mientras que en los partos espontáneos, el estudio placentario es determinante en la identificación del factor asociado por la presencia de marcadores histológicos específicos, como en la corioamnionitis aguda, ya que los resultados de laboratorio y los datos clínicos previos suelen ser inespecíficos.

La etiología del nacimiento prematuro, al igual que sucede con el mecanismo del parto a término, no está del todo clara. Se cree que se trata de un complejo trastorno multifactorial en el que intervienen factores fisiopatológicos, genéticos y ambientales. El "síndrome de parto pretérmino" sugiere que el parto pretérmino es el resultado de diversas causas, como infección/inflamación, distensión uterina y trastornos vasculares <sup>39</sup>. Sin embargo, se desconoce si el parto pretérmino es el resultado de un proceso fisiológico similar al de un parto a término, pero que tiene lugar en una etapa más temprana de la gestación, o si se trata de un proceso patológico resultado de una serie de señales anormales.

### 1.3.2. POR INFECCIÓN E INFLAMACIÓN

Parece que, en algunos casos de nacimiento pretérmino, existe la intervención de una infección. Se ha señalado la posibilidad de que una infección bacteriana que se extienda al útero y al líquido amniótico puede provocar una inflamación y, como consecuencia ulterior, un parto pretérmino o la rotura prematura de las membranas. Goldenberg et al. determinaron que el 80% de las mujeres que dan a luz antes de cumplir 30 semanas de gestación presentan pruebas de infección bacteriana del líquido amniótico y/o de las membranas, frente al 30% de las mujeres que dan a luz después de 37 semanas de gestación. Infecciones urogenitales maternas Se cree que determinadas infecciones vaginales, como la vaginosis bacteriana (VB), intervienen de algún modo en el nacimiento prematuro. La vaginosis bacteriana, la infección del tracto genital inferior más común en

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

mujeres en edad fértil, es un síndrome generalmente asintomático en el que los lactobacilos vaginales normales son reemplazados por una flora variada con altas concentraciones de las bacterias anaerobias *Gardnerella vaginalis* y *Mycoplasma hominis*. La infección urinaria ascendente y la patología placentaria se presentan más frecuentemente en los nacimientos espontáneos, dado la asociación entre la bacteriuria asintomática con el parto pretérmino y con el bajo peso al nacimiento <sup>30</sup>.

La bacteriuria asintomática en mujeres embarazadas puede evolucionar a una infección de vías urinarias de 40 a 60% de los casos y así generar amenazas de aborto y partos prematuros <sup>30</sup>.

Es posible que las infecciones víricas estén asociadas al nacimiento prematuro. Se ha demostrado que las pérdidas del feto espontáneas en el segundo trimestre guardan una estrecha relación con cualquier infección vírica del tejido placentario <sup>41</sup>. Según revela un estudio reciente, la infección del trofoblasto extraveloso por el papilomavirus humano (PVH) induce la muerte celular y puede reducir la invasión placentaria de la pared uterina. Por tanto, una infección por el PVH puede causar disfunción placentaria y contribuir a resultados de gestación adversos, incluido el parto pretérmino espontáneo <sup>43</sup>. Además, es posible que la exposición al citomegalovirus (CMV) también esté relacionada con el nacimiento prematuro <sup>42</sup>. La corioamnionitis (infección de las membranas fetales y el líquido amniótico) está estrechamente vinculada al nacimiento prematuro. Cuanto más prematuro es el nacimiento, mayor es esta relación. La infiltración inflamatoria de las membranas fetales y la decidua al comienzo de la labor de parto pretérmino provoca un gran aumento en la producción de prostaglandina por parte de estos tejidos, lo que puede desencadenar el parto <sup>40</sup>.

Los microorganismos producen enzimas, como las proteasas y las mucinasas, que permiten la penetración por el tapón mucoso cervical y favorecen de este modo ascensión de las bacterias <sup>45</sup>. Asimismo, las bacterias también liberan fosfolipasas, que inician la formación de ácido araquidónico, a partir del cual se producen las prostaglandinas. Las prostaglandinas son mediadoras fundamentales de la actividad uterina. Desempeñan una función crucial en la contracción del tejido muscular liso del útero, así como en los cambios biofísicos que intervienen en la maduración cervical. Las bacterias también liberan endotoxinas, que causan a su vez la liberación de citocinas proinflamatorias, como la interleucina-1 (IL-1), la interleucina-6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral (FNT). Las citocinas proinflamatorias, a su vez, estimulan la manifestación de encimas en el proceso biosintético de las prostaglandinas <sup>46</sup>. Los microorganismos también estimulan la producción de metaloproteinasas de la matriz extracelular, lo que desemboca finalmente en la rotura de las membranas fetales, la maduración del cuello del útero y las contracciones uterinas <sup>47</sup>.

### 1.3.3 FACTORES DE RIESGO GENÉTICOS

Diversas teorías defienden la existencia de una predisposición genética materna o fetal hacia el nacimiento prematuro, y numerosas pruebas avalan este argumento:

Las diferencias genéticas entre individuos, es decir, los polimorfismos génicos, pueden causar variaciones en la producción y la actividad de las proteínas.

#### **Genoma materno**

Uno de los principales genes posiblemente relacionados con el nacimiento prematuro es el código génico del factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), una citocina proinflamatoria presente en el líquido amniótico de las mujeres con infección intrauterina que dan a luz pretérmino <sup>48</sup>.

### **Genoma fetal.**

El feto también tiene capacidad para influir en el resultado de la gestación. Un estudio realizado recientemente ha revelado la relación entre las gestaciones multifetales y la rotura prematura de membranas en los casos en los que el feto nacido en primer lugar tiene un genotipo TNF-2. Los investigadores han concluido que el hecho de que el feto que se encuentra más cercano al cuello uterino tenga el alelo TNF-2 deriva en una elevación de la concentración de TNF- $\alpha$  en la superficie de la membrana adyacente al cuello del útero, lo que favorece la rotura de las membranas <sup>49</sup>.

### **Genoma paterno**

Los efectos genéticos del genoma paterno no están del todo claros. Existen pruebas que demuestran que cambiar de compañero entre el primer y el segundo embarazo aumenta el riesgo de mortalidad neonatal, nacimiento prematuro y bajo peso al nacer del segundo bebé con respecto a este riesgo en caso de conservar el mismo compañero.

El efecto del cambio de paternidad depende del resultado de la gestación con el compañero anterior, y respaldan la hipótesis que defiende que compartir el antígeno leucocitario humano (ALH) puede estar relacionado con el parto pretérmino <sup>49</sup>. Esta conclusión es coherente con la certeza de que la endogamia está asociada a resultados reproductivos perjudiciales. En la actualidad, se acepta de forma generalizada que para mantener un embarazo sin que se produzca rechazo del feto portador de aloantígenos, es preciso que la madre desarrolle tolerancia inmunológica. Aunque este mecanismo todavía no se entiende del todo bien, probablemente esta tolerancia se inicia mediante la estimulación inmunológica fetal (a través de la estimulación inmunológica paterna). El hecho de que madre y padre compartan el ALH provoca la ausencia de una estimulación antigénica adecuada y la incapacidad para establecer la tolerancia inmune materna, lo que podría derivar en una serie de resultados adversos de la gestación <sup>44</sup>.

## **1.3.4 OTROS FACTORES**

Mientras que los trastornos hipertensivos del embarazo impactan entre el 10% y el 22% de los embarazos considerados de alto riesgo, y son una de las enfermedades con mayores complicaciones en el embarazo y el parto, con una lógica tendencia a nacimientos prematuros <sup>48</sup> la hipertensión arterial (pre-eclampsia) ocurre más frecuentemente en los partos indicados médicamente <sup>30</sup>. Los estudios revelan que el 11% de los nacimientos entre las semanas 34 y 37 del embarazo son de las mujeres que desarrollaron pre-eclampsia y, en caso de reincidencia, se duplica al 22%. También indican que los trastornos hipertensivos del embarazo favorecen el nacimiento prematuro y posterior hospitalización en una unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN), y se consideran, por lo tanto, un embarazo de alto riesgo y condición perinatal. Por lo que, el alto nivel de presión arterial materna se asocia con retraso del crecimiento fetal durante el tercer trimestre del embarazo y aumentan el riesgo de resultados adversos tales como el nacimiento prematuro y la mortalidad perinatal <sup>30</sup>.

También cabe señalar que entre los factores de riesgo que favorecen que el recién nacido prematuro se enferme en los primeros días neonatales, destacan:

- edad gestacional
- peso bajo para la edad gestacional
- baja calificación de APGAR
- enfermedades asociadas.

#### **1.4 PESO AL NACER** (50,51)

Bajo peso al nacer Un recién nacido de bajo peso (BP) es todo aquel que pesa menos de 2.500 gramos al nacer, independientemente de la edad gestacional. Esta afirmación implica que no todos los recién nacidos de bajo peso invariablemente son bebés prematuros, aunque existe una relación obvia entre el peso al nacer y la prematuridad.

En los países desarrollados, la mayor parte de los recién nacidos de bajo peso son prematuros. En los países menos desarrollados, la proporción de bebés de bajo peso nacidos a término es superior debido al mayor índice de desnutrición. Los pesos bajos al nacer pueden dividirse a su vez en subcategorías: bajo peso al nacer, muy bajo peso al nacer y bajo peso extremo al nacer. • Bajo peso al nacer: menos de 2.500 g • Muy bajo peso al nacer: menos de 1.500 g • Bajo peso extremo al nacer: menos de 1.000 g Los recién nacidos de bajo peso engloban tanto a los bebés nacidos pretérmino como a los bebés cuyo crecimiento en el útero ha sido deficiente. Todo recién nacido cuyo peso al nacer es notablemente inferior a la norma de la población general se denomina recién nacido pequeño para la edad gestacional (PEG)

El nivel de corte normalmente se establece en un peso inferior al percentil 10 correspondiente a la edad gestacional. Por lo tanto, puede deducirse que un recién nacido PEG es más pequeño que el 90 por ciento de todos los bebés nacidos con la misma edad gestacional. En algunas publicaciones, PEG se define con relación a la longitud, en lugar de hacerlo con relación al peso. Asimismo, también se han aplicado otros niveles de corte, como el percentil 5, e incluso el 3, correspondiente a la edad gestacional. La causa de que un recién nacido sea PEG puede ser patológica o no patológica. El retraso del crecimiento uterino (RCI) es una deficiencia del crecimiento fetal normal. Lo causan diversos efectos adversos en el feto que impiden que éste desarrolle su potencial de crecimiento normal. Aunque RCI y PEG son términos relacionados, no son sinónimos. No todos los recién nacidos con RCI son tan pequeños como para cumplir los criterios que determinan que efectivamente son recién nacidos PEG, y no todos los recién nacidos PEG son pequeños como consecuencia de un proceso restrictivo del crecimiento para el cual el término RCI sería adecuado.

#### **1.5 CAMBIOS MORFO-FISIOLÓGICOS Y COGNITIVOS EN NIÑOS** (50,51)

Entre las condiciones que aumentan considerablemente los riesgos para la salud del niño prematuro es: deficiencias en el estado nutricional, problemas del desarrollo psicomotor y mortalidad infantil. Además, en los que sobreviven, a menudo ocurren discapacidades neurológicas: trastornos del lenguaje y aprendizaje, alteraciones visuales y auditivas, retraso mental y parálisis cerebral.

En el infante prematuro, la definición de características anatómicas y temporales del desarrollo de estructuras cerebrales críticas, es crucial para la visión porque las diferencias se dan en momentos de la mayor vulnerabilidad de tales estructuras del cerebro.

Ya que se ha visto que la propensión de lesiones neurológicas perinatales puede estar relacionada a una particular vulnerabilidad en el desarrollo activo de la materia gris (MG) en el último trimestre de la gestación.

En general el sistema nervioso central durante el último trimestre de la gestación y el primer mes de vida neonatal cambia bastante su morfología macroscópica cada semana, por lo que la valoración de la existencia de alteraciones debe realizarse siempre respecto

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

a lo esperado para una determinada edad, lo que recientemente se ha visto facilitado por estudios que han permitido obtener patrones de normalidad del desarrollo encefálico, en infantes vivos, prematuros y de término, los que han mostrado diferencias en los volúmenes encefálicos y en la mielinización, de acuerdo a la edad gestacional al momento del nacimiento

Debemos considerar primero los distintos hallazgos volumétricos y luego la relación del proceso de mielinización con las principales lesiones perinatales sufridas por los prematuros.

La disparidad de volúmenes en diferentes regiones cerebrales del desarrollo de la corteza cerebral en prematuros extremos (nacidos antes de las 30 semanas de gestación): las imágenes de la resonancia magnética lo marcan entre las 38 y 42 semanas de edad post concepción, revelaron una menor superficie cortical y menor complejidad de la estructura cerebral en comparación con lo observado en niños de término.

Mediante el uso de una avanzada técnica de imágenes de resonancia magnética (RNM) volumétrica cuantitativa, también se ha demostrado una reducción marcada en la materia gris cortical en infantes prematuros con lesiones cerebrales cuando alcanzan la edad de término gestacional (post nacimiento).

Peterson et al. en el año 2000<sup>59</sup>, pertenecientes a la escuela de medicina de la Universidad de Yale, reportan análisis morfométricos que revelan volúmenes corticales con diferencias significativas en la infancia de niños que habían nacido prematuramente (8 años de edad) en relación con niños de término a la misma edad. Encontraron volúmenes corticales regionales significativamente más pequeños en los prematuros, prominentemente en las regiones sensoriomotoras y premotoras, en la región temporal media, en la región occipital parietal y en la corteza sensorio-motora, además de otras estructuras también observadas como significativamente más pequeñas como el cerebelo, los ganglios basales, la amígdala, el hipocampo y el cuerpo caloso, resultados concordantes con lo encontrado por Cooke y Abernethy en Inglaterra (1999).

Otros estudios han encontrado similares resultados en adolescentes nacidos prematuramente, en los que se encuentran volúmenes cerebrales menores, concluyendo que los infantes nacidos antes de las 33 semanas de gestación tienen una alta prevalencia de estructuras de forma normal, pero de tamaño y proporciones diferentes a las normales<sup>60</sup>.

### **1.5.1 MIELINIZACIÓN Y LESIONES PERINATALES.**

La mielinización es un evento de capital importancia en el desarrollo del sistema nervioso central, que comienza en la vida fetal entre el tercer y cuarto mes de vida. El proceso continúa de forma activa hasta el segundo año de vida y de manera progresiva hasta la vida adulta.

La mielinización sigue 2 principios: progresión caudo-cefálica y dorso-ventral, lo que puede ayudar a predecir determinadas manifestaciones neurológicas.

Sin embargo, existe evidencia de que el efecto a largo plazo de las diferencias en las estructuras cerebrales, de tamaño y proporción, presentes en la mitad de los prematuros nacidos antes de las 33 semanas, se manifiestan más bien en la esfera del comportamiento que en problemas neurológicos. Lo cual muestra la importancia de investigar el desarrollo en la infancia de los prematuros, para así poder llegar a generar intervenciones específicas para la prevención y neuro-rehabilitación de las posibles dificultades funcionales.

### 1.5.2 FASES DE MIELINIZACIÓN

La mielina es una sustancia que permite que la conducción nerviosa sea más rápida. La mielinización de las distintas fibras del sistema nervioso ocurre en tiempos muy diferentes a lo largo del neurodesarrollo. Algunos sistemas de fibras comienzan a la mitad de la gestación y completan rápidamente su mielinización de forma temprana, otros comienzan en la etapa postnatal y alcanzan su máximo de forma muy lenta. Este proceso lleva las siguientes pautas:

1. La mielinización de un tracto (conjunto de axones) coincide con el inicio de su funcionalidad.
2. La mielinización comienza en el sistema nervioso periférico en el cual las raíces motoras se mielinizan antes que las sensitivas.
3. La mielinización comienza en la medula espinal a la onceava semana.
4. Al tercer trimestre comienza en encéfalo y a diferencia del sistema periférico, se aprecia primero en áreas sensoriales antes que las motoras.
5. En general, la mielinización progresa de caudal a rostral, y de las porciones centrales hacia las partes más periféricas del cerebro.

El proceso de mielinización cerebral se inicia unos tres meses después de la fecundación. Sin embargo, en el momento del nacimiento sólo unas pocas áreas del cerebro están completamente mielinizadas, como los centros del tallo cerebral que controlan los reflejos. Una vez mielinizados sus axones, las neuronas pueden alcanzar su funcionamiento completo y pueden presentar conducción rápida y eficiente.

Los axones de las neuronas de los hemisferios cerebrales presentan una mielinización particularmente tardía, a pesar de que éste proceso se inicia en un periodo postnatal temprano. Las distintas regiones de la corteza cerebral se mielinizan en etapas diferentes.

Las áreas primarias sensoriales y motrices inician su proceso antes que las áreas de asociación frontal y parietal, éstas últimas alcanzan su desarrollo completo hasta los 15 años <sup>61</sup>.

Para el momento del nacimiento la mayor parte de la sustancia blanca subcortical de los hemisferios cerebrales no está mielinizada, y es hasta la edad postnatal de 2 años cuando se comienza a observar. Las últimas fibras son las de asociación córtico-corticales, proceso que a veces concluye completamente hasta la adolescencia. Mientras que el volumen total de la sustancia gris disminuye con la edad, el volumen de la sustancia blanca aumenta muy rápido durante la primera década de vida, y de manera gradual durante la segunda. La maduración de la sustancia blanca es el resultado de un aumento tanto en el diámetro/volumen, como en la mielinización de los axones.

Éste incremento no se produce simultáneamente en todos los lóbulos cerebrales, sino que la sustancia blanca del lóbulo temporal completa su desarrollo antes, alrededor de los 6 años, mientras la sustancia blanca del lóbulo frontal comienza aumentar su volumen a partir de ese momento <sup>59</sup>.

Se ha establecido dos periodos:

- Uno de rápida mielinización durante los primeros 3 años de vida
- Otro lento pero progresivo que ocurre hasta la segunda década de vida.

Durante los primeros años de vida, las áreas corticales de manera progresiva alcanzan su citoarquitectura particular para desarrollar un trabajo específico.

A medida que aumenta la edad, se manifiesta una especialización de una zona particular, a este fenómeno se le denomina “parcelación”.

Conforme los niños crecen se produce una reducción en las áreas que se activan y en los grupos neuronales dentro de cada área, para dar paso a una actividad focal intensa característica de la juventud y la adultez <sup>58</sup>.

### **1.5.3 EVOLUCIÓN Y DESARROLLO DE LA SENSORIALIDAD Y LA COGNICIÓN.**

La maduración cerebral se relaciona con los cambios motores, sensoriales y cognoscitivos durante la infancia y adolescencia. El desarrollo cognitivo es un conjunto de habilidades ligadas a la adquisición, organización, retención y uso del conocimiento. Incluyen la atención, percepción, memoria, razonamiento, comprensión, solución de problemas, control, etc.

Piaget afirma que no existe discontinuidad entre el pensamiento del niño y del adulto debido a que todo se construye a partir de un precedente. Específicamente, en niños la implementación de estrategias en la solución de problemas dependerá de la maduración cognitiva en cuanto a la eficacia en la selección y uso y el desarrollo de las funciones ejecutivas, el adecuado uso y elección de estrategias cognitivas dependerá de la maduración de un conjunto de habilidades llamadas funciones ejecutivas <sup>53</sup>. Menciona que hacia los seis años de edad se observa un dominio de los procesos de inhibición motora y control de impulsos; mientras que hacia los diez años se maneja efectivamente la capacidad sostenida y selectiva de la atención. Siendo la inhibición un prerrequisito para el desarrollo de funciones ejecutivas más complejas. Según <sup>54</sup> la memoria de trabajo será la habilidad que asuma el mayor peso para asegurar el adecuado funcionamiento ejecutivo.

El período de mayor desarrollo ocurre entre los seis y los ocho años de edad, en este lapso, los niños adquieren la capacidad para regular su comportamiento, fijarse metas, anticiparse a los eventos sin depender de las instrucciones externas, aunque aún está presente cierto grado de impulsividad. A los diez años, la inhibición atencional y de estímulos irrelevantes, así como de respuestas perseverativas está prácticamente desarrollado.

Los niños de doce años ya tienen una organización cognoscitiva muy cercana a los adultos. Sin embargo, el desarrollo completo se consigue alrededor de los dieciséis años ligada a la maduración de la corteza prefrontal. La persistencia prolongada de sinapsis en la corteza prefrontal hasta la adolescencia explica el desarrollo tardío de las funciones ejecutivas. Específicamente, las regiones orbitofrontales se mielinizan antes que las dorsolaterales cuyo desarrollo es más tardío prolongándose hasta la edad adulta. Observándose a los 6 años una planeación e inhibición simple. A los 10 años un control de impulsos y a los 12 años una planeación compleja y comportamiento dirigido a una meta.

La mejora en la velocidad y la precisión en tareas de control de impulsos se puede observar hacia los 6 años de edad. La capacidad para resolver tareas de cambio multidimensionales mejora grandemente entre los 7 y 9 años y continúa en la adolescencia. La capacidad para aprender de los errores y diseñar estrategias alternativas surge en la primera infancia y se desarrolla a lo largo de la infancia media. Los niños pequeños utilizan estrategias simples las cuales son usualmente ineficientes, al azar o fragmentadas. Entre los 7 y 11 años la conducta estratégica y habilidades de razonamiento llegan a ser más organizadas y eficientes; y hasta los 12-13 años se prefieren estrategias prudentes para crear un plan seguro <sup>55</sup>.

La flexibilidad cognitiva impone demandas a los procesos de inhibición y a la memoria de trabajo, el foco de atención debe ser desplazado de un estímulo a otro y el sistema de

control debe permitir alternar entre dos sets cognitivos diferentes. La flexibilidad cognitiva es la habilidad para considerar múltiples aspectos de los estímulos de manera simultánea. Se desarrolla durante la escolaridad primaria, lo cual explica la tendencia de los niños menores de 7 y 8 años a atender a un solo aspecto de la realidad, lo cual conduce a un pensamiento rígido.

La capacidad para cambiar las estrategias a partir de la retroalimentación ocurre entre los 6 y 18 años con diferentes trayectorias. Una tarea común son las tarjetas de clasificación de Wisconsin, en la cual a partir de una retroalimentación atendida, el número de errores decrementa con la edad.

Varios estudios han puesto en evidencia el progreso de esta capacidad durante la edad preescolar y su impacto en otras áreas del desarrollo cognitivo. Los niños de 4 años mantienen un lapso menor de memoria que los de 5, 6 y 7 años; los niños de 5 y 6 muestran una ejecución similar entre ellos pero menor que los niños de 7 y 8 años. En cuanto a la capacidad de planeación, los niños preescolares incrementan su capacidad para orientarse al futuro en diversos contextos cognitivos. En cuanto a la toma de decisiones y autocontrol emocional uno de los paradigmas más utilizados es la demora de gratificación. Estas decisiones se orientan al futuro. Al respecto se ha observado que los niños de 3 años son incapaces de postergar la recompensa mayor, mientras que los niños de 4 y 5 años pueden hacerlo <sup>56</sup>.

En un estudio llevado a cabo en población mexicana <sup>57</sup>, describe que la detección y selección de riesgos se desarrolla de manera temprana y empieza a ser funcional desde los 5 años. Los mecanismos de control inhibitorio alcanzan su máximo entre los 9 y 10 años. El mantenimiento de la identidad de objetos en la memoria de trabajo visual presenta un desarrollo más temprano que la utilizada para mantener el espacio, dicho proceso logra su máximo desempeño a los 9 u 11 años. Mientras que la memoria de trabajo visuoespacial secuencial alcanza su máximo desempeño a partir de los 12 años. El incremento en la capacidad de retención de dígitos en orden progresivo entre los 7 y 13 años no es significativo, en cambio la capacidad de retención de dígitos en orden inverso o memoria de trabajo verbal aumenta el doble. La planeación visuoespacial muestra un desarrollo muy marcado y acelerado en la infancia y su desempeño máximo se alcanza a partir de los 12 años. Por su parte la planeación secuencial para resolver un problema presenta un máximo desempeño entre los 13 y 15 años.

De acuerdo con la teoría de Piaget la capacidad de abstracción empieza a ser competente entre los 11 a 12 años y hay una coincidencia con los periodos de mayor mielinización que ocurren durante ese periodo en la corteza prefrontal con el desarrollo de la etapa formal.

Los niños preescolares comparan y categorizan objetos con base en rasgos perceptuales como su forma. En la generación de categorías funcionales se observa un incremento significativo desde los 6 años hasta alcanzar un pico a los 11 años, a partir de los 12 hay un decremento el cual no cambia en edades posteriores.

En el rango de 6 a 8 años los rasgos concretos son los criterios preferidos para clasificar, las redes prefrontales aún no dominan siendo un procesamiento perceptual en áreas posteriores. En el rango de los 9 a 11 años los rasgos funcionales son el criterio principal lo cual refleja un relevo de redes dominantes del procesamiento cortical posterior al procesamiento prefrontal dorsolateral. Las categorías abstractas sólo empiezan a generarse de manera estable a partir de los 8 años y reflejan un cambio de redes dominantes a áreas anteriores. En el rango de 15 a 17 años hay un claro dominio del criterio abstracto con una tendencia al incremento para el rango de 18 a 30 años <sup>57</sup>.

Por otro lado, David Edward, director del Centre Of Developing Brain en el King's College London, explicó que el número de bebés que nacen antes de tiempo es cada vez mayor, por lo que es muy importante mejorar nuestra comprensión de cómo el nacimiento prematuro afecta al desarrollo del cerebro y provoca daño cerebral.

Sabemos que la prematuridad es muy estresante para un bebé, y los resultados de su estudio a base del rastreo con resonancia magnética por difusión de la maduración del cerebro en los bebés, ponen en relieve una etapa clave del desarrollo del cerebro donde las neuronas se ramifican para crear una estructura compleja y madura. Ahora podemos ver que esto ocurre en las últimas etapas de desarrollo en los bebés sanos cuando aún están en el útero. Esto sugiere que el nacimiento prematuro puede interrumpir este proceso de desarrollo vital y podría explicar por qué a veces vemos efectos adversos en el desarrollo del cerebro en los que han nacido sólo un poco antes de tiempo.

## 1.6 PERCEPCIÓN

La percepción es la respuesta a una estimulación definida, el acto de ser consciente a través de la mente y los sentidos, es la interpretación de la sensación física por medio de la experiencia (Webster's New Collegiate dictionary, 1974), es un complejo individual en donde se da el proceso total de identificar una conducta psicológica que requiere atención, organización, descubrimiento y selección que se expresa indirectamente a través de respuestas verbales, motrices y gráficas.

Lo cual una buena percepción permitirá: separar, relacionar, manejar la direccionalidad y vocabulario más usual, organizar el tiempo y espacio

Sin embargo se puede decir que la percepción es una interpretación o discriminación significativa de los estímulos visuales externos relacionados con el conocimiento previo y el estado emocional del individuo.

“Es la sensación interior de conocimiento aparente que resulta de un estímulo o impresión sensorial registrada en nuestros sentidos.”

Pero entre la sensación y la percepción la diferencia radica en la información previa de cada individuo en donde: la sensación consiste en detectar algo a través de los sentidos y los receptores de sensación internos sin que aún haya sido elaborado o tenga un significado y la percepción supone la extracción de información del medio que nos rodea y se realiza de forma automática e inconsciente.

Piaget como parte de su teoría del desarrollo intelectual, plantea que las destrezas perceptuales forman el eje principal del aprendizaje y organiza parte de las etapas del desarrollo cognoscitivo, por lo que en este proceso se genera el desarrollo de procesos conceptuales como la lectura y la escritura; el desarrollo fisiológico y la madurez cognitiva son dependientes del desarrollo perceptual por lo que la madurez cognitiva-perceptual se espera hacia los 11-12 años.

Claro sin dejar de lado la indispensable necesidad de que cumplan con la madurez neurológica para éste proceso y así complementarse con el desarrollo de las habilidades perceptuales visuales que se van construyendo simultáneamente con las habilidades motoras.

### 1.6.1 PROCESO DE LA PERCEPCIÓN.

Existen cuatro fases en el proceso de la percepción:

**Detección:** Cada sentido dispone de un receptor, grupo de células sensibles a un tipo de estímulo.

**Transducción:** Parte de nuestro talento natural depende de la capacidad del cuerpo para convertir un tipo de energía en otro. Los receptores convierten la energía del estímulo en mensajes nerviosos.

**Transmisión:** Cuando ésta energía tiene la suficiente intensidad, desencadena impulsos nerviosos que transmiten la información codificada, sobre las características del estímulo, hacia diferentes partes del cerebro.

**Procesamiento de la información:** Nuestros órganos sensoriales detectan energía y la codifican en señales nerviosas, pero es el cerebro quien organiza e interpreta la información en forma de experiencias conscientes.

Los sentidos se clasifican en internos (vestibular y cinestésico) y externos (vista, oído, tacto, olfato y gusto), y estos últimos responden a estímulos provocados por una situación externa.

Por otro lado, cabe aclarar que para que se lleve a cabo el proceso de la Percepción es necesaria la intervención de: un estímulo, un receptor y una sensación. Cohen desde 1991, los define de la siguiente manera:

- Estímulo: es una energía física que produce actividad nerviosa en un receptor, ej; energía luminosa que llega al ojo y es identificada
- Receptor: es una estructura anatómica sensible a los estímulos físicos. Se ubican en cada órgano sensorial como un grupo de células y receptores químicos.
- Sensación: Es el simple correlato experimentado de la estimulación del receptor. Es un acontecimiento interno, separado de objetos externos.

### 1.7 PERCEPCIÓN VISUAL

La percepción visual es el mecanismo que permite procesar los estímulos visuales para identificar qué es lo que se ve y luego entender el mundo en que vivimos <sup>4</sup>.

Se caracteriza por envolver 3 modalidades de integración de la información: Las Habilidades visuo-espaciales, las habilidades para el análisis visual y las de integración visomotora.

En la interpretación de la información visual está implícita la percepción visual que en numerosos textos y desde hace varias décadas, se define como una actividad integral altamente compleja que involucra el entendimiento de lo que se ve <sup>66</sup>.

En la atención optométrica dedicamos las acciones a la evaluación de la recepción sensorial, el procesamiento y la integración sensorio-motora de las imágenes que recibe el globo ocular y la forma en que la traslada a la corteza visual, pero hasta hace el procesamiento de la información visual neuronal, que es de donde se desprende la

percepción visual y las habilidades perceptuales visuales e integradoras que permiten el adecuado ordenamiento y procesamiento de la información visual <sup>64</sup>.

Desde el punto de vista del funcionamiento, se divide en tres áreas estrechamente relacionadas: agudeza visual, eficiencia visual e interpretación de la información visual.

El desarrollo del sistema visual depende de las sinapsis que se generan en distintas etapas del desarrollo, el cuerpo humano forma células capaces de dirigirse a los diferentes lugares de la corteza cerebral que se conectan con zonas específicas para cada función <sup>64</sup>. Existe un periodo crítico en el cual aquellas sinapsis que no se establezcan, generan consecuencias que afectan directamente la maduración, tal como puede suceder en los pacientes con baja visión, con ametropías altas o con estrabismos, en quienes una estimulación visual inadecuada puede generar fallas en el procesamiento de la información por parte del cerebro, lo cual conlleva a una mala percepción visual a nivel del sistema nervioso central <sup>63</sup>.

Por lo tanto, podría esperarse que se afecten todas aquellas habilidades que dependen de ese sistema; y desde el punto de vista del funcionamiento, se divide en tres áreas estrechamente relacionadas:

- agudeza visual
- eficiencia visual
- interpretación de la información visual (la percepción visual), subdivide la percepción visual en tres sistemas:
  - El sistema visoespacial
  - El sistema de análisis visual
  - El sistema visomotor

El sistema visoespacial consiste de una serie de habilidades utilizadas para entender conceptos direccionales que organizan el espacio visual externo. Estas habilidades llevan a comprender la diferencia entre conceptos de arriba y abajo, atrás y adelante y derecho e izquierdo, el individuo desarrolla la conciencia de su cuerpo con relación al espacio y la relación existente entre los objetos y él.

Las habilidades espaciales son importantes para muchas destrezas que incluyen “navegar” a través del mundo —giros a la derecha o la izquierda—, el seguimiento de instrucciones —“pon tu nombre en la esquina derecha de la cien.

El reconocimiento de la orientación y secuencia de los símbolos lingüísticos numéricos <sup>63</sup>. El sistema visoespacial <sup>62</sup>, se subdivide en tres habilidades:

- Integración bilateral
- Lateralidad
- Direccionalidad

La integración bilateral es la habilidad para usar los dos lados del cuerpo en forma simultánea y por separado de una forma consciente, y permite dar el fundamento motor para comprender la diferencia entre los lados derecho e izquierdo del cuerpo. La lateralidad es la habilidad para identificar la derecha e izquierda sobre sí mismo de una forma consciente. La direccionalidad es la habilidad para interpretar direcciones hacia la izquierda o derecha en el espacio exterior

## 1.7.1 PROBLEMAS DE LA PERCEPCIÓN VISUAL

El periodo normal de desarrollo máximo de la percepción visual se halla entre los 3 ½ a 7 ½ años de edad, pero se pueden encontrar niños con un retraso de este desarrollo. Entre los distintos tipos de alteraciones perceptivas que pueden encontrarse en algunos niños con dificultades de aprendizaje se encuentran las siguientes:

**Alteraciones en la discriminación perceptiva.** La discriminación se refiere al proceso por el que el sujeto capta la semejanza o diferencia entre estímulos relacionados.

Las dificultades de aprendizaje se pueden asociar con problemas de discriminación táctil, visual o auditiva.

**Alteraciones de la integración perceptiva.** La integración es la capacidad de reconocer un todo cuando falta una o más partes de ese todo.

Hay niños que, al tener alteraciones de integración visual, no pueden reconocer la figura de un determinado animal al que le falta una parte, o al tener alteraciones de integración auditiva les incapacita para reconocer palabras incompletas

**Alteraciones visomotoras.** Podemos hablar de problemas de lateralidad, direccionalidad y coordinación visomotora. Que dificulta al niño para realizar una serie de actividades como escritura y copia; cortar; manipular objetos; aprender cualquier tarea nueva que exija coordinación visomotora.

**Alteraciones en la rapidez perceptiva.** Se refiere a la cantidad de tiempo que se necesita para responder a un estímulo.

**Perseverancia.** Se puede considerar como una postimagen, de forma que existe una manifiesta dificultad para avanzar desde una respuesta ya aprendida a un nuevo tipo de respuesta. Podemos encontrar niños que repiten lo que dicen o hacen mostrando una incapacidad para modificar o detener una actividad que ya no resulta apropiada

## 1.7.2 DESCRIPCIÓN DE LAS HABILIDADES PERCEPTUALES

### 1.7.2.1 HABILIDADES DE VISIÓN ESPACIAL

La mayoría de la información visual que procesamos del entorno que nos rodea, procede de estímulos que están sujetos a relaciones viso-espaciales ( arriba, abajo, encima, debajo, delante, detrás...)

Las habilidades viso-espaciales nos permiten detectar, diferenciar y seleccionar determinados estímulos visuales entre sí. Entender la localización de estos estímulos con respecto a nosotros mismos. Dichos estímulos visuales pueden ser rostros, figuras, objetos, paisajes, letras, números, etc

La inteligencia visual espacial es un concepto que se ha retomado e investigado desde tiempos remotos como Da Vinci, Pitágoras, Arquímedes, Platón entre otros, y nace de la

premisas de que, aunque la vista es uno de los primeros sentidos en desarrollarse, simultáneamente al desarrollo de la capacidad de identificar objetos a detalle, aprendemos a ver la forma de los objetos y las personas.

Por lo tanto, la inteligencia Visual – Espacial se define como la capacidad de reconocer y elaborar imágenes visuales, distinguir a través de la vista rasgos específicos de los objetos, creación de imágenes mentales, razonamiento acerca del espacio y sus dimensiones, manejo y reproducción de imágenes internas o externas.

**Las habilidades viso-espaciales** son importantes para el desarrollo de una buena coordinación motora, equilibrio y sentido de la direccionalidad. Se suelen dividir en subáreas para su análisis y estudio:

**Integración Bilateral:** Nos permite diferenciar las partes derecha- izquierda de nuestro cuerpo y de otras personas.

**El Piager Right-Left test** se compone de una serie de preguntas al niño sobre el conocimiento de derecha-izquierda de su propio cuerpo, así como de otra persona situada frente a él.

**Direccionalidad:** es la habilidad de diferenciar las posiciones relativas de unos objetos con otros. Se utiliza para su análisis el **Reversal, test de Gardner de frecuencia de inversiones**. Su resultado se analiza en función de los percentiles obtenidos. Se considera dentro de norma cualquier percentil obtenido 25 y 75.

Hay un **subtest de Reconocimiento** donde se le pide al niño que marque las letras y número que aparecen escritos al revés.

En cambio, en el **subtest de Ejecución** el niño ha de escribir correctamente letras y números que le dictamos

**El test de Gardner** en su versión original es un test norteamericano creado en 1985 por Morrison Gardner y estandarizado en San Francisco, California, es considerado para aplicar a niños de 2 a 11 años preferentemente.

Este test proporciona elementos que brindan parámetros terapéuticos sobre el desempeño del lenguaje. Es una prueba de rápida aplicación y cabe aclarar que también evalúa el plano senso-perceptivo.

Para resumir en esta área de las habilidades visuo-espaciales, comento que fue Howard Gardner, director del Proyecto Zero y profesor de psicología y ciencias de la educación en la Universidad de Harvard, quien propuso desde 1993 su teoría de las Inteligencias Múltiples ya que ha establecido que la inteligencia está localizada en diferentes áreas del cerebro, interconectadas entre sí y que pueden también trabajar en forma individual, teniendo la propiedad de desarrollarse ampliamente si encuentran un ambiente que ofrezca las condiciones necesarias para ello, en sus investigaciones, Gardner, identifica 9 inteligencias que poseemos todos los seres humanos pero que nos todos las tenemos desarrolladas. Dentro de éstas Gardner hace mención de la Inteligencia Visual-espacial, es la que permite al individuo ubicarse en el espacio, hacer un modelo mental en

tres dimensiones del mundo (o un fragmento de él, según la situación), entre otras cosas. Y es esa misma inteligencia lo primero que viene a la mente son las imágenes visuales, las cuales se constituyen un medio de conocer y representar el mundo más antiguo que la escritura. No se debe olvidar que la vista se desarrolla antes que el lenguaje, y esto sucede tanto en la evolución humana como a lo largo del desarrollo particular de cada niño.

### 1.7.2.2 HABILIDADES DE ANALISIS VISUAL

El análisis visual consta de siete sub-habilidades, las cuales representan la construcción teórica del concepto de percepción visual, y son:

HABILIDAD DE ANALISIS VISUAL	DESCRIPCION
<b>Discriminación visual</b>	la habilidad de discriminar formas dominantes de objetos, por ejemplo: la habilidad de discriminar la posición, la forma, el contorno y el color.
<b>Relación espacial</b>	la habilidad de percibir las relaciones de los objetos en relación a ellos mismos u otros objetos (figuras al revés o rotadas)
<b>Memoria visual</b>	la habilidad de reconocer el ítem de un estímulo después de un pequeño intervalo de tiempo.
<b>Constancia de forma visual</b>	Habilidad para identificar las características de los objetos del medio ambiente y agrupar objetos haciendo coincidir sus aspectos cualitativos y cuantitativos
<b>Memoria secuencial visual</b>	Habilidad para seguir instrucciones escritas o esquematizadas y deletrear.
<b>Fondo-figura</b>	la habilidad de identificar un objeto dentro de un fondo complejo o rodeado de figuras.
<b>Cerramiento visual</b>	la habilidad de identificar una figura completa cuando solo se muestran fragmentos <sup>4</sup> .

Tabla 1. Habilidades de análisis visual

Existen diferentes test que evalúan las habilidades perceptuales visuales.

Uno de ellos es el test de habilidades perceptuales o test of visual perceptual Skills (TVPS-3, por su sigla en inglés).

Se trata de un test creado para valorar las habilidades de percepción visual de un individuo sin involucrar requerimientos motores al realizar una respuesta. A pesar de que

las habilidades visoperceptuales y motoras se desarrollan de forma paralela y están muy relacionadas, los dos sistemas están separados.

El TVPS-3 utiliza 112 diseños en blanco y negro y contiene siete subtest con formato de respuesta de selección múltiple, lo que permite que el paciente sólo nombre de forma verbal la respuesta o la señal, cada uno de los 7 subtest inicia con 2 ejemplos de preguntas que no son contabilizados para el resultado y son seguidos de 16 preguntas que van evaluando en orden de dificultad. Los puntajes de los subtest son reportados como valores escalonados, rangos porcentuales y valores equivalentes con la edad. El puntaje total es reportado como un puntaje estándar y como rango porcentual <sup>4</sup>.

Las habilidades perceptuales se desarrollan progresivamente según la madurez cognitiva y el desarrollo general del niño <sup>58</sup>, sin embargo, relativamente muy pocos investigadores se han enfocado en el refinamiento de estas habilidades en niños.

El test TVPS-3 también puede ser usado con diferentes propósitos y poblaciones. Los educadores encuentran útil la valoración del proceso perceptual visual, al determinar la naturaleza y la extensión de problemas funcionales que pueden coexistir con problemas de lectura, dislexia u otros retrasos del desarrollo en niños. Según Hung, Fisher y Cermak (1987), los niños o personas jóvenes que tienen problemas de aprendizaje cometen más errores y tardan más tiempo en el test que los que no tienen problema alguno.

Las habilidades visoperceptuales guardan relación con el coeficiente intelectual (C.I.) y con desórdenes en el desarrollo de la coordinación (CDC). Se ha reportado que algunos niños con un rango medio de C.I. exhiben puntajes perceptuales significativamente más bajos que los que se espera para la edad <sup>62</sup>, del mismo modo que niños con CDC generalmente obtienen menores puntajes que los esperados para la edad en los test de percepción visual.

Tal como lo reporta el manual del test TVPS-3, Seiderman, en 1976, refirió que un gran porcentaje de niños con problemas de aprendizaje tienen problemas de percepción visual, incluso cuando su agudeza visual (en adelante, A.V.) no es mala.

### **1.7.2.3 HABILIDADES DE INTEGRACION AUDIO-VISUAL**

#### **VMI. VISUAL MOTOR INTEGRATION.**

El proceso de integración es un mecanismo totalmente complejo, porque no basta solo con comprender cada sistema por si solo. El sistema visual va desarrollando sus funciones fundamentales como la visión de alto contraste o bajo contraste, la visión cromática, la capacidad de identificar objetos en movimiento o el discernimiento de la profundidad o de la distancia entre uno y otro, pero sin embargo de acuerdo a la experiencia y a los estímulos diversos del medio ambiente se da un procesamiento de la información para la ejecución de nuevas acciones y aquí evidencia las habilidades perceptuales cada individuo.

La Integración Viso-motora se atribuye al hemisferio derecho y a la corteza motora opuesta a la mano dominante, pero el conocimiento del funcionamiento neurovascular nos revela que, es mayor la probabilidad de que esta conversión ocurra en ambas áreas de

asociación, tanto motora como sensorial, y en el núcleo subcortical de una forma dinámica y simultánea.

Vareeken reporto que, el copiar formas con un lápiz, hace que el niño deba tener conciencia visual para lograr localizar y dirigir su mano o cuerpo, esta conciencia se hace posible a través de movimientos voluntarios del ojo en un dirección dada, luego lleva a cabo un construcción de su interpretación a través del movimiento de brazos que corresponden al movimiento de los ojos de forma simultánea, por lo que se considera que la imitación es probablemente alcanzada antes de copiar las formas, porque en la imitación los movimientos del ojo se dan repetida y quizás previamente a la demostración de la acción <sup>67</sup>.

Existe un modelo específico de imitación de integración viso-motor desarrollados por Laszlo y Bairstow para describir las respuestas viso-motoras al momento de copiar una figura, la cual puede ser analizada en el marco de la teoría de circuito cerrado.

En este enfoque la salida de la información motora influye en la información visual a través de un sistema de retroalimentación. El modelo de circuito cerrado está compuesto por cuatro componentes interconectados: de entrada, unidades centrales de procesamiento, la producción y bucles de retroalimentación.

El sistema “de entrada” se refiere a la información que reciben los pacientes antes de copiar, abarcando la información sobre las condición es ambientales que se relacionan con la observación visual sobre las formas de las fibras geométricas como el instrumento utilizado para la escritura.

La conciencia kinestésica del cuerpo y la posición de las extremidades son necesarias para asumir la posición correcta cuando se está copiando.

La información del sistema “de entrada” es procesada por las “unidades centrales de procesamiento” que es el primer paso del componente central de proceso. “Las unidades centrales del procesamiento” almacena recuerdos del trazo de los intentos anteriores para copiar figuraa semejentes y estable el nivel de motivación para realizar la tarea. Estas formas un plan de acción que incluye los siguiente.

- El punto de partida
- La dirección del movimiento
- Opción de cambiar de dirección
- Opción de la forma de lograr el cierre

Una vez que el plan de acción que se formo, “las unidades centrales de procesamiento” transmite la información a “la unidad de programación motor”, que es el segundo componente del sistema de procesamiento central, esto se lleva a cabo en las unidades de la mano dominante y no dominante.

El sistema de “salida” son los movimientos motores cuando el niño está copiando.

La información Kinestésica es generada por los receptores de los músculos y transmite información sobre la posición estática de las extremidades y su movimiento, incluyendo la extensión, dirección, velocidad y fuerza. El circuito de retroalimentación visual funciona de acuerdo a con el sistema de retroalimentación kinestésica en la detección de errores.

La precisión para dibujar un cuadro y un diamante es diferente porque las líneas oblicuas son más difíciles que las líneas horizontales y verticales.

Los estudios hechos por Laszlo y col. Indican que la programación espacial y capacidad de planificación es una fuente de dificultad en los niños más pequeños y que mejoran con la edad.

Otro factor que contribuye al desarrollo viso-motor es la mejoría de la capacidad de usar la retroalimentación kinestésica y retroalimentación visual para monitorear el rendimiento de salida al dibujar, expresando que a medida que los niños maduran, son más capaces de utilizar la información de retroalimentación para alterar el rendimiento de salida.

### **EL TEST BERY VMI <sup>65</sup>.**

Publicado por primera vez en 1967 siendo el test más investigado y valido de su clase, fue estandarizado cinco veces entre 1964 y 2003 con más de 1100 niños y nacionalmente estandarizado en 2006 con 1021 adultos, teniendo el rango de aplicación más alto en relación a la edad sin relacionarse con el género, residencia u origen étnico.

Comprende:

- 30 ítems
- puede ser aplicada de forma individual o grupal
- cerca de 10 a 15 min
- edades desde 2 hasta 100 años
- La de 21 ítems es para niños de 2 y 7 años
- La de 30 ítems es para 8 a 18 años
- La forma de 30 ítems para adultos es para edades de 19 a 100 años

El objetivo principal de este Test es identificar a partir del examen precoz, dificultades significativas que algunos niños tienen integrando o coordinando sus habilidades visoperceptuales y motoras, de esta forma a través de la evaluación temprana, se espera que las mayores dificultades pueden ser prevenidas remediadas por la intervención educacional, médica o de otro tipo.

Vale la pena aclarar que este Test ha sido funcional en otras investigaciones independientes como herramienta considerable en la identificación de Alzheimer y otras formas de demencia adulta.

El test evalúa la habilidad de percibir y procesar la información visual y las habilidades motoras finas, mediante la copia correcta de una figura que se le presenta al paciente, midiendo las mismas funciones neurológicas que se utilizan en la lectura.

Se sugiere que sea aplicada antes de otras pruebas ya que Rapport dice que casi todos los niños disfrutan haciendo el VMI, porque al trazar la figuras les genera sensación de éxito y los motiva a realizar más y más difíciles.

Para llevar a cabo la integración visomotora la percepción visual y los movimientos de la mano y los dedos deben estar bien coordinados. Y al ser evaluada por medio del test de integración visomotora Beery VMI <sup>65</sup>, el cual es una secuencia de desarrollo de formas geométricas que son copiadas con papel y lápiz, se valorar el nivel de integración de las habilidades visuales y motoras (coordinación ojo-mano).

Este test puede ser usado para identificar tempranamente retrasos en el desarrollo o disfunciones de integración, para probar la efectividad de la educación y para investigación avanzada.

También es una herramienta invaluable para valorar la integración visomotora en adolescentes y adultos, ya que la a cualquier edad se debe identificar si se ésta llevando a cabo la respuesta de integración con los movimientos oculares que a su vez deben ser movimientos coordinados o conjugados desde los músculos extraoculares (Blythe et al., 2009), y centrar el globo ocular para mantener la fijación foveal sobre un objeto en el espacio <sup>62</sup>.

Según se señala en el manual del test Beery VMI <sup>65</sup>, Kephart asume que los niños pueden tener bien desarrolladas las habilidades visuales y motoras, pero ser incapaces de integrarlas, por lo cual supuso que la integración puede partir de la función subcortical, por ejemplo, en el tronco cerebral. Si hay una falta de desarrollo o daño en tales áreas, un test visomotor puede ser sensible a varios tipos de problemas de integración y no solo a dificultades visomotoras.

Entonces asumir dentro de la evaluación del sistema visual, que la motilidad ocular normal depende de la integridad de gran parte del cerebro, cerebelo y tronco cerebral. Asimismo, la preservación de la motilidad ocular normal implica la integridad de gran parte del tronco cerebral, desde los núcleos vestibulares de la unión medulo-protuberancial hasta el núcleo óculo-motor del mesencéfalo y que uno de los tipos de movimientos oculomotores (MOM), según su funcionalidad, lo constituyen los movimientos sacádicos, que se definen como movimientos rápidos de los ojos entre dos puntos de fijación <sup>64</sup>. y se miden por medio del test de DEM (test del desarrollo de los movimientos oculomotores), desarrollado para medir la velocidad, precisión y amplitud del movimiento sacádico, indicando cual es la deficiencia oculomotora y si esta es de origen oculomotor o de otro origen <sup>68</sup>.

Puede ser evaluada por medio del test de integración visomotora Beery VMI, el cual es una secuencia de desarrollo de formas geométricas para que sean copiadas con papel y lápiz.<sup>69</sup>,

Y dado que la OMS en noviembre de 2015 enuncia que a nivel mundial, la tasa de nacimientos prematuros oscila entre el 5% y el 18% de los recién nacidos, y cada año nacen en el mundo unos 15 millones de bebés antes de llegar a término, es decir, más de 1 en 10 nacimientos y de esto algunos sufren algún tipo de discapacidad de por vida, en particular, discapacidades relacionadas con el aprendizaje, problemas visuales y auditivos.

Y también, en una nota publicada por IANS (Indo-Asian News Service) se informa que un estudio realizado en el Hospital de la Universidad de Uppsala, en Suecia en octubre de 2003, se afirma que los niños nacidos prematuramente tienen más probabilidades de padecer problemas visuales y cognitivos al llegar a la edad de 10 años, y se encontró que tenían agudezas visuales lejanas y cercanas menores, al compararse con niños de término completo.

Los movimientos oculares son movimientos coordinados o conjugados de los músculos extraoculares encargados de centrar y mantener la fijación foveal sobre un objeto en el espacio <sup>62</sup>. La motilidad ocular normal depende de la integridad de gran parte del cerebro, cerebelo y tronco cerebral. Asimismo, la preservación de la motilidad ocular normal implica la integridad de gran parte del tronco cerebral, desde los núcleos vestibulares de la unión meduloprotuberancial hasta el núcleo óculo-motor del mesencéfalo. Uno de los tipos de movimientos oculomotores (MOM), según su funcionalidad, lo constituyen los movimientos sacádicos, que se definen como movimientos rápidos de los ojos entre dos puntos de fijación (Gila et al., 2009), y se miden por medio del test de DEM (test del desarrollo de los movimientos oculomotores), desarrollado para medir la velocidad, precisión y amplitud del movimiento sacádico, indicando cual es la deficiencia oculomotora y si esta es de origen oculomotor o de otro origen. Ello permite saber qué tipo de especialista lo debe tratar, por ejemplo: el psicólogo, el neurólogo, el optómetra, etc., o si requiere manejo por parte de un equipo interdisciplinario <sup>62</sup>.

En cuanto a la integridad visomotora, esta es la capacidad de transformar objetos visualmente percibidos con una expresión motora, la cual requiere la percepción visual intacta, velocidad psicomotora y coordinación en esta. Se evalúa por medio del test Beery VMI, el cual contiene una secuencia de desarrollo de formas geométricas para que sean copiadas con papel y lápiz. Este test ha sido diseñado para valorar la extensión a la cual los individuos pueden integrar sus habilidades visuales motoras (coordinación ojo-mano).

### **EL TEST DE HABILIDADES AUDITIVAS PERCEPTUALES. (TEST OF AUDITORY PERCEPTUAL SKILLS (TAPS))**

Fue creado por H. Elston Hooper, el objetivo de la prueba es para medir el funcionamiento del paciente en varias áreas de la percepción auditiva. Cualquier combinación de pobre desempeño en las sub-pruebas de ésta batería puede indicar interferencia en el aprendizaje de la lectura y el lenguaje. Pero también ofrece información respecto a la capacidad para seguir instrucciones.

Fue creada para evaluar el desempeño auditivo del paciente, se basa en siete sub-pruebas auditivas pero en este trabajo solo se aplica la sub-prueba de memoria auditiva de número dichos hacia adelante (ANM-F) y los número dichos al revés de como son dictados por el evaluador (ANM-R).

## 1.8 REFLEJOS PRIMITIVOS <sup>73</sup>

Con el fin de tener más claro la evolución y el desarrollo neuro-motor del niño y así entender claramente la necesidad de que los reflejos primitivos sean inhibidos y no persistentes durante el crecimiento del niño haremos una breve descripción del desarrollo motor del niño.

### 1.8.1 ETAPAS DEL DESARROLLO MOTOR DEL NIÑO <sup>74</sup>.

El desarrollo motor es el proceso a través del cual el niño aprende patrones de movimiento y habilidades motoras especializadas, implica esencialmente una serie de cambios posturales a través de los cuales el niño adquiere el control y coordinación de los movimientos voluntarios <sup>71</sup>.

Se basa en mecanismos tales como la maduración y especialización funcional de regiones de materia gris, y el establecimiento y mielinización de la materia blanca que impacta en la eficiente funcionalidad de las redes cerebrales las cuales correlacionan con la adquisición de habilidades motoras en el niño <sup>70</sup>.

El desarrollo motor en la infancia refleja la maduración neuromuscular y en específico la aceleración del crecimiento del cerebelo, cuya región arquicerebelar recibe información vestibular permitiendo el equilibrio y control de la cabeza.

El paleocerebelo o cerebelo espinal recibe la información propioceptiva de husos neuromusculares y médula espinal. A través de sus tractos espinocerebelosos participa en el tono muscular y control postural, mientras que el neocerebelo recibe aferencias de la corteza cerebral y participa en el control motor fino. Todos los circuitos que la corteza cerebral establece con el cerebelo son importantes en el control de los movimientos voluntarios, ejerciendo los mecanismos de ajuste, coordinación y sincronización <sup>71</sup>.

En específico, el desarrollo del sistema visomotor conlleva dos procesos neurobiológicos importantes y estrechamente interrelacionados, por un lado, el proceso de mielinización y por otro, el desarrollo del sistema córtico-espinal que constituye la vía efectora más importante de la motricidad voluntaria. La mielinización de las fibras que forman los tractos espinales, exceptuando el tracto córtico-espinal, ocurre en torno al nacimiento o un poco más tarde. Las fibras de mayor diámetro del sistema piramidal son las primeras en completar su mielinización, aproximadamente dos años después del nacimiento. Las de menor diámetro pueden terminar su proceso de mielinización hasta los 5-7 años de edad, período que coincide con el establecimiento de las sinapsis adecuadas en la médula espinal, lo que determina la posibilidad de ejecutar movimientos voluntarios precisos<sup>64</sup>.

El grado de maduración permite conductas motoras más elaboradas cuyo desarrollo y control ocurre de forma concéntrica: desde las zonas más cercanas al cerebro (cabeza) a las zonas periféricas (extremidades). Observándose:

<b>DESARROLLO MOTOR</b>	
▶	A los 3 meses de edad la capacidad del niño para dirigir la mano hacia los objetos
▶	A los 8 meses agarre con pinza empleando independientemente el dedo índice y el pulgar
▶	A los 12 meses de edad, el grado de mielinización del tracto piramidal le permite al niño caminar tomado de la mano, así como lanzar objetos <sup>73</sup> .
▶	En el primer año de vida existen periodos clave para valorar el desarrollo psicomotor, que van a coincidir con el inicio de logros motores significativos:
○	3-4 meses sostén cefálico
○	6-7 meses sedestación
○	9 meses bipedestación
○	Al 1 año marcha autónoma <sup>70</sup> .
▶	Hasta los 3 años de vida, el desarrollo psicomotor está relacionado con la impulsividad de los desplazamientos corporales debido a una insuficiente regulación del freno inhibitorio
▶	A partir de los 4 años se eliminan gradualmente las sincinesias y se marca progresivamente la independencia de cada segmento corporal dando lugar a una mayor precisión manual, y al perfeccionamiento de la coordinación óculo-manual <sup>4</sup> .
▶	A los 5 años el comportamiento motor es más preciso y fino lo cual se relaciona con una mayor mielinización de las áreas de asociación de la corteza cerebral
▶	Entre los 6 y 7 años aumenta el control y equilibrio y es de esperar la desaparición completa de las sincinesias
▶	Hasta los 8 años donde las posibilidades de organización espacio-temporal del movimiento son mayores <sup>59</sup> .

Tabla 2. Desarrollo motor.

De tal manera que uno de los procesos que sustentan el control motor en el niño es la coordinación visomotora cuyo desarrollo permite integrar eficazmente la retroalimentación visual con la respuesta motora. Involucra la capacidad de dirigir comandos motores precisos, coordinados y fluidos, guiados visualmente. Esta habilidad resulta esencialmente importante en los niños para el desarrollo de programas motores como la escritura espontánea, coordinada y rítmica, así como acciones de la vida cotidiana como peinarse, vestirse, abrocharse, bañarse y otras relacionadas a actividades deportivas.

Y por tanto, desde los primeros meses de vida la capacidad de ejecutar los movimientos que correspondientes a la necesidad de la evolución para que no se limite ni se obstruya el desarrollo, los reflejos primitivos deben cumplir su función y después integrarse.

El desarrollo motor que realiza el niño el primer año de vida es el más importante aprendizaje de toda su existencia y tiene una enorme repercusión neurológica en el resto de su desarrollo.

En el interior del útero el feto recibe información sensorial procedente de sus incipientes sentidos sensoriales, procesa esta información en niveles corticales básicos elaborando las primeras respuestas motoras que llamamos:

- Reflejos de Retirada
- Reflejos Medulares
- Y en la primera fase del desarrollo motor, aparecen los Reflejos Primitivos.

Los mecanismos de supervivencia iniciales dependen de la existencia de los Reflejos Primitivos y como su nombre lo indica, un reflejo es un movimiento automático asociado a otro, y estos deben:

- 1º. Aparecer
- 2º Cumplir su función
- 3º. Integrarse en patrones motores más específicos

El estudio de los Reflejos primitivos nos permite conocer el estado del desarrollo **MOTOR** del niño evaluando los:

1. Reflejos Primitivos
2. Reflejos posturales
3. Movimientos con control voluntario

Los reflejos primitivos son movimientos automáticos, dirigidos desde el tallo cerebral y ejecutados sin implicación de la corteza cerebral, que también sufren cambios en los niños que nacen antes de terminar el proceso de gestación y son esenciales para la supervivencia del bebé en sus primeras semanas de vida y le proporcionan el entrenamiento básico en muchas de sus habilidades voluntarias posteriores.

Sin embargo, estos reflejos tienen una vida limitada y deberán de inhibirse entre los 4 a 6 meses de edad, esto permite a su vez que el niño tenga control sobre sus respuestas voluntarias. Si estos reflejos permanecen activos más allá de este tiempo, se les denominara aberrantes y pasaran a ser una evidencia de una

debilidad o inmadurez en el sistema nervioso central y si continua su actividad también pueden impedir el desarrollo de los reflejos posturales posteriores, que ayudaran al niño a interactuar eficazmente con el entorno.

Dependiendo del grado de actividad refleja aberrante, puede afectar a una o a todas las áreas del funcionamiento, no sólo a la coordinación visomotora gruesa y fina, sino también a la percepción sensorial, a la cognitiva, y a las vías de expresión.

La inhibición de un reflejo primitivo se relaciona con una nueva habilidad. Esta es la razón de que el conocimiento de la cronología de los reflejos y el desarrollo normal del niño nos ayuda para predecir que habilidad pudo haber sido dañada como resultado directo en la falla en la inhibición de los mismos, por lo que debe tener un orden esta evolución neuro-motora:

La inhibición de un reflejo primitivo se relaciona con una nueva habilidad. Esta es la razón de que el conocimiento de la cronología de los reflejos y el desarrollo normal del niño nos ayuda para predecir que habilidad pudo haber sido dañada como resultado directo en la falla en la inhibición de los mismos.

A continuación, hablaremos de los principales reflejos primitivos, del papel que cada uno desempeña a la hora de consolidarse, el periodo intrauterino en que aparecen, como se activan, y los efectos a largo plazo cuando ellos están retenido, así como su evaluación. Es obvio que los síntomas y efectos dependerán del grado de retención o permanencia.

### 1.8.2 REFLEJO DE MORO <sup>73</sup>

El reflejo de Moro es una serie de movimientos rápidos que se producen como respuesta a un estímulo repentino, es de origen vestibular.

Consiste en un movimiento simétrico repentino de los brazos hacia arriba, alejándose del cuerpo, abriendo las manos y quietud momentánea, después gradualmente el regreso de los brazos hacia el cuerpo como un abrazo. La abducción va acompañada de una inhalación repentina. La aducción facilita la liberación de esa inspiración.

<b>Esta totalmente presente:</b>	<b>Al nacimiento</b>
<b>Se inhibe:</b>	<b>2 a 4 meses de vida.</b>
<b>Emerge:</b>	<b>A las 9 semanas en útero.</b>

Su función como mecanismo de sobre vivencia es la de alertar, despertar y buscar asistencia. Facilita el primer soplo de vida al nacer.

## Factores que activan el reflejo de Moro

1. Incidente inesperado y repentino de cualquier tipo
2. Estimulación del laberinto causado por la posición de la cabeza (vestibular)
3. Ruido ( auditivo )
4. Cambio de luz en el campo visual ( visual)
5. Dolor, cambio de temperatura o presión ( tacto)

Este es el único reflejo que se activará por canales diferentes

## Efectos a largo plazo de reflejo de moro retenido

- Problemas vestibulares, mareo, pobre coordinación y equilibrio que puede observarse durante juegos de pelota.
- Problemas de hipersensibilidad en el canal auditivo, visual y táctil
- Alergias e inmunidad disminuida (asma, eczema o frecuentes infecciones de oídos)
- Ansiedad flotante
- Timidez física
- Cambios de humor y de actividad/pasividad, etc.
- Poca reacción pupilar a la luz, fotosensibilidad, dificultad para leer las letras negras sobre un papel blanco

### 1.8.3 REFLEJO ASIMETRICO DEL CUELLO <sup>73</sup>

Es el movimiento de la cabeza del bebé hacia un lado, que provocará la extensión reflexiva del brazo y la pierna del lado hacia el que está girada la cabeza y la flexión de las extremidades occipitales.

Este reflejo en el útero aporta movimiento constante, lo que estimula los mecanismos de equilibrio y aumenta las conexiones neurales.

Este reflejo no solo ayuda durante el parto sino que lo refuerza de manera que estará totalmente establecido y activo durante los primeros meses de vida.

DeMyer desde 1980, describe este reflejo como “La primera coordinación ojo-mano que ocurre”

Y Holt dice que, “Está presente en el momento en que la fijación visual sobre objetos cercanos se desarrolla y parece que el sistema nervioso se está asegurando de que estira el brazo correcto hacia el objeto visualizado. Cuando la mano toca el objeto, **significa que las semillas de conciencia de distancia** (a la distancia del brazo) **y la coordinación ojo- mano están sembradas.**”

<b>Esta totalmente presente:</b>	<b>Al nacimiento</b>
<b>Se inhibe:</b>	<b>6 meses de vida.</b>
<b>Emerge:</b>	<b>A las 18 semanas en útero</b>

**Efectos a largo plazo del reflejo asimétrico del cuello retenido.**

- Interfiere con el arrastre
- El equilibrio se ve afectado por el movimiento de cabeza a cualquier lado.
- Movimientos homolaterales, en lugar del patrón de marcha cruzada (caminar, marchar)
- Dificultad para cruzar la línea media.
- Movimientos oculares pobres especialmente en la línea media
- Lateralidad cruzada, el niño podrá utilizar el pie izquierdo, mano derecha, oído izquierdo o quizá utiliza la mano derecha y la izquierda indistintamente para la misma tarea
- Escritura pobre y mala expresión de ideas sobre el papel.
- Dificultades de percepción visual especialmente en figuras geométricas.

**1.8.4 REFLEJO TÓNICO DEL LABERINTO <sup>73</sup>**

Los reflejos de Moro y tónico del laberinto están muy unidos durante los primeros meses de vida. Ambos son de origen vestibular y ambos son activados por la estimulación de los laberintos en los oídos, el movimiento de cabeza y la variación de la localización en el espacio.

El reflejo tónico de laberinto se activa por el movimiento de la cabeza hacia delante o hacia atrás por encima y por debajo del nivel de la columna.

Este reflejo ejerce una influencia tónica sobre la distribución del tono muscular en el cuerpo, literalmente ayudando al neonato a estirarse de la postura de flexión de feto a la de bebé. Por lo tanto el equilibrio, el tono muscular y la propiocepción se mejoran durante este proceso.

“El niño que tiene el reflejo tónico del cuello activo cuando empieza a caminar no puede adquirir una verdadera seguridad gravitacional, ya que el movimiento de cabeza altera el tono muscular y lo sacará de su centro de equilibrio”.

La falta de un punto de referencia en el espacio causará que el niño tenga dificultad para valorar espacio, distancia, profundidad y velocidad.

Así mismo la presencia de este reflejo impedirá el desarrollo de los reflejos de enderezamiento. Si falla el control de la cabeza, el funcionamiento de los ojos también se verá afectado, ya que los ojos operan desde el mismo circuito en el cerebro, a través del arco del reflejo vestíbulo ocular. Así el equilibrio se verá

afectado por una información errónea y la visión se verá afectada por un deficiente equilibrio.

Así mismo evitará el gateo sobre las manos y rodillas

### **REFLEJO TÓNICO LABERÍNTICO HACIA ADELANTE <sup>73</sup>**

<b>Esta totalmente presente:</b>	<b>Al nacimiento</b>
<b>Se inhibe:</b> <b>vida.</b>	<b>Aproximadamente a los 4 meses de n</b>
<b>Emerge:</b>	<b>En el útero</b>

#### **Efectos a largo plazo del reflejo tónico del laberinto retenido hacia adelante**

- Hipotónico.
- No le gustan las actividades de deporte, las clases de educación física, correr, etc.
- Disfunción oculomotora.
- Dificultades de percepción visual
- Problemas espaciales
- Habilidades secuenciales pobres.
- Pobre sentido del tiempo.
- Pobre posturas.

### **REFLEJO TÓNICO LABERINTICO HACIA ATRÁS <sup>73</sup>**

<b>Esta totalmente presente:</b>	<b>Al nacimiento</b>
<b>Se inhibe:</b>	Progresión gradual de los 6 meses de edad, junto con el desarrollo de los reflejos de postura TSC y reflejo de Landau
<b>Emerge:</b>	En el útero.

#### **Efectos a largo plazo del reflejo tónico del laberinto retenido hacia atrás**

- Mala postura, tendencia a caminar con las puntas de los dedos.
- Equilibrio pobre.
- Hipertónico, movimientos rígidos y tensos, ya que los músculos extensores ejercen más influencia que los músculos flexores
- Tendencia al mareo.
- Pobres habilidades de organización.
- Dificultades oculomotoras

- Dificultades de percepción visual
- Problemas de percepción espacial

### **REFLEJO TÓNICO LABERÍNTICO (DE PIE) 73**

<b>Esta totalmente presente:</b>	<b>Al nacimiento</b>
<b>Se inhibe:</b>	Progresión gradual de los 6 meses de edad, hasta los 12 meses junto con el desarrollo de los reflejos de postura TSC
<b>Emerge:</b>	En el útero.

#### **Efectos a largo plazo del reflejo tónico del laberinto retenido hacia atrás**

- Mala postura, tendencia a caminar con las puntas de los dedos.
- Equilibrio pobre.
- Hipertónico, movimientos rígidos y tensos, ya que los músculos extensores ejercen más influencia que los músculos flexores
- Tendencia al mareo.
- Pobres habilidades de organización.
- Dificultades oculomotoras
- Dificultades de percepción visual
- Problemas de percepción espacial
- Dificultades en la percepción integradora

#### **1.8.5 DESARROLLO DE LA MEMORIA 75.**

La memoria se une indisolublemente a otros procesos cognitivos como: atención, percepción, categorización, esquematización, conciencia y metamemoria (valora el origen y la exactitud de la memoria). El desarrollo de la memoria va unido al desarrollo cognitivo.

Los estímulos sensoriales son codificados en los registros sensoriales, los procesos atencionales examinan esa información codificada, y una pequeña porción se almacena en la memoria a corto plazo. Mediante procesos activos tales como: clasificación y ensayo, la información de la memoria a corto plazo puede ser depositada en la memoria a largo plazo. Sin la intervención de estos procesos, esta información se deterioraría en 30 segundos e imposibilitaría su recuperación posterior.

La memoria se describe como una condición de recuperación de la información y se clasifica de dos formas: directa e indirecta.

La recuperación directa incluye los recuerdos libres y a menor edad en los niños, menor información de éste tipo, pero el reconocimiento aumentan en los niños. En

la recuperación indirecta intervienen procesos y representaciones que comunican un patrón general de acción.

Ésta recuperación de la información puede conceptualizarse como la reactivación de una red neuronal de configuración similar a la actividad de codificación de la información. La memoria es reconstructiva, no reproductiva. El tener acceso a las representaciones almacenadas depende del recuerdo. De este modo, la inhabilidad de los niños pequeños para recordar aspectos de una experiencia directa, puede significar que ésta nunca fue codificada por la inmadurez de las estrategias de recuperación.

Las estrategias inmaduras de la memoria limitan la habilidad de los niños para codificar y almacenar la memoria y recuperarla de forma adecuada. Al desarrollarse las estrategias de memoria, se mejora la codificación, el almacenamiento y la recuperación.

- Las estrategias de ensayo ayudan a mover ítems de la memoria a corto plazo a la memoria a largo plazo.
- Las estrategias de organización: agrupar, establecer asociación de conexiones que faciliten el almacenamiento.
- Las estrategias de elaboración aumentan el almacenamiento porque añaden significado a los ítems presentados

Las estrategias llegan a ser más complejas, flexibles y específicas con la maduración y permite a los niños buscar en la memoria de manera más inteligente, eficaz, flexible, sistemática y exhaustiva. Algunas estrategias de memoria pueden ser aprendidas, sin embargo, todos los niños dependen de técnicas que han adquirido espontáneamente en el curso de su desarrollo.

Codificar y almacenar es construir, recuperar es reconstruir. La memoria está organizada, en parte, por esquemas o conceptos que son el flujo entre la organización y la reorganización. La red neuronal de representaciones transporta significados que son fundamentales para la esquematización. De este modo, la recuperación puede implicar la reactivación de la memoria y la inferencia cognitiva, facilitando los huecos que bloquean la recuperación.

Los aspectos constructivos de la memoria están ejemplificados por la memoria de los acontecimientos. Los esquemas generales influyen en los acontecimientos de la memoria (Ejemplo: la memoria de algo que está ocurriendo en la escuela está influenciada por la memoria genérica de un día típico de escuela).

Las primeras influencias indirectas mediadas por la recuperación, implican el aprendizaje conductual independiente de conocimiento consciente de la primera experiencia. Preparan al cerebro para responder de una forma particular y afecta a la velocidad de aprendizaje de una tarea. El recuerdo indirecto característico de la infancia y la niñez es conocido como memoria primitiva o temprana, memoria de procedimiento, memoria no declarativa, o memoria implícita, términos que se usan sinónimamente. La memoria implícita es multifacética: abraza el aprendizaje conductual, el aprendizaje emocional, los modelos mentales y las primeras influencias.

En contraste, el recuerdo directo involucra otra forma de memoria, memoria tardía, memoria episódica, memoria semántica, memoria declarativa, o memoria explícita. Estos términos tienen el mismo significado e involucran el recuerdo de hechos o conceptos (memoria semántica), o de eventos personalmente experimentados (memoria episódica). La memoria semántica y episódica son normalmente explícitas o declarativas, es decir, puede ser recontadas en palabras u otros símbolos.

Un cerebro maduro contiene más de 20 billones de neuronas, pero al nacer, el número es todavía mayor. Las conexiones sinápticas son creadas de acuerdo con la información genética y se mantienen, fortalecen, o eliminan como resultado de la presencia o ausencia del estímulo medioambiental.

En los niños prematuros la cantidad de neuronas en el momento del nacimiento es menor que un niño que nació a término pero el proceso de conexiones sinápticas puede darse a la misma velocidad en ambos siempre y cuando no exista sufrimiento fetal o alteración fisiológica, bioquímica o congénita. Las neuronas están interconectadas en distribuciones paralelas conocidas como las redes nerviosas. Los procesos cognitivos derivan del proceso paralelo que ocurre como función de las propiedades estructurales y funcionales de estas redes nerviosas.

Se piensa que una representación mental se crea a partir de un modelo de activación de red neuronal. Un proceso puede ser considerado como una actividad neuronal que actúa en las representaciones, transformándolas, creando nuevas conexiones, o extrayendo los rasgos comunes de las diferentes representaciones. El término de estructuras cognitivas se refiere a las complejas funciones que han repetido modelos de acción, como la atención focal o la memoria a largo plazo.

La Metacognición es la capacidad de pensar sobre el pensar. Se desarrolla después de los 3 años y abarca la noción de distinguir entre apariencia y realidad, las cosas no siempre están cuando uno quiere. Esta capacidad muestra que las representaciones que una persona piensa sobre un evento puede ser diferentes de las que piensen otros. Y que hay cambios de representación, teniendo en cuenta que lo que piensa una persona hoy, puede ser diferente de lo que pueda pensar mañana.

Una forma de metacognición, la metamemoria, permite al niño entender su propia memoria. La metamemoria expresa el conocimiento sobre cómo trabaja la memoria, como es supervisada y regulada. La metamemoria abarca: la valoración del estado de la memoria actual, la selección de estrategias, y la evaluación de los progresos hacia las metas cognitivas. Si los recursos de energía asignados al procesamiento de la información estuvieran limitados, entonces el funcionamiento de intencionalidad, los procesos no automatizados limitarían los recursos disponibles para otros procesos cognitivos.

Pero el desarrollo cognitivo refuerza la capacidad de memoria liberando recursos que pueden ser utilizados en otras actividades mnemónicas. Por ejemplo, cuando las estrategias llegan a ser automatizadas, aumenta la capacidad para almacenar y la eficacia para recuperar. La automatización de la metamemoria junto con la manera que las estructuras de conocimiento mantienen la base para el

almacenamiento y la recuperación, contribuye a la singularidad del desarrollo de memoria de cada niño. El pleno desarrollo de la memoria, depende de la interacción entre estrategias, conocimiento, metamemoria, y capacidad.

Por lo anterior, las manifestaciones de la percepción en donde esta involucrada la memoria puede estar influenciada por la forma en que ha sido desarrollada y no únicamente por la morfofisiología de cada individuo.

#### **1.8.6 TRASTORNOS DE LA MEMORIA** <sup>75</sup>.

Los trastornos de memoria en los niños pueden ser fruto de la inhibición del recuerdo semántico y deterioro de la codificación como consecuencia de un traumatismo craneal, de un obstáculo en la recuperación de la memoria autobiográfica en un trastorno por estrés posttraumático.

La relación intrínseca entre la atención, la percepción, la esquematización, y la memoria sugieren que el deterioro en una variedad de procesos cognitivos puede afectar la memoria.

Así, la valoración clínica de la memoria en un niño requiere un amplio perfil de desarrollo que incluye el desarrollo cognitivo, la experiencia personal, la dinámica familiar, y el ambiente escolar.

El trastorno de memoria puede estar presente en cualquiera de los dominios de la memoria. La imposibilidad para contar la historia sobre un suceso aplastante puede agravar los efectos de trauma psicológico. Si el niño no puede hablar sobre la experiencia que le ha asustado, esto puede presentar un riesgo de trastorno nervioso postraumático. La represión se ha atribuido, hipotéticamente, a la automatización de supresión consciente, codificando lo que ha ocurrido, pero bloqueándose la recuperación.

El estado mental del sujeto en el momento de la codificación puede influir en la accesibilidad más tarde a la recuperación.

#### **1.8.7 TRASTORNOS EN LA PERCEPCIÓN** <sup>75</sup>.

Dentro de los trastornos de la percepción, existen las percepciones falsas independientes de realidad.

Las percepciones falsas independientes toman la forma de alucinaciones o pseudoalucinaciones. Una alucinación es una percepción que no tiene ninguna base en la realidad objetiva. La alucinación varía según la modalidad sensorial:

- De forma (de amorfa a organizada)
- De intensidad (fuerte o suave)
- De claridad (vago o claro)
- De situación espacial (interna o externa, cercana o lejana)
- De grado de convicción o urgencia

Estas últimas conllevan a desordenes severos:

- Las crisis epilépticas y las lesiones en el lóbulo temporal pueden asociarse con la formación de alucinaciones auditivas, olfativas, o viscerales.
- El delirio es típicamente asociado con alucinaciones visuales, auditivas, o cutáneas.
- Las lesiones cerebrales pueden asociarse con intensas, complejas alucinaciones, y con fenómenos raros como las alucinaciones negativas
- Las distorsiones de la imagen del cuerpo y despersonalización.
- Las alucinaciones que son el resultado de la ingestión de alucinógenos son asociadas con profundas distorsiones de la percepción sensorial
- La experiencia afectiva y consecuentemente con traumáticas "escenas retrospectivas" de intrusivos recuerdos del estado imaginario.
- La esquizofrenia se asocia típicamente con las desagradables alucinaciones auditivas que surgen de las distorsiones perceptores amorfas y toman la forma de conversaciones, órdenes, comentarios de las acciones del sujeto, o haciendo eco de sus pensamientos.

En los estados paranoicos, las alucinaciones auditivas tienden a ser acusatorias, degradando, controlando, o loando la naturaleza y la consistencia con las creencias del paciente. A veces se encuentran desorganizadas alucinaciones visuales y auditivas en la manía; considerando que en la melancolía, alucinaciones depresivas (relativamente raro en la adolescencia) son consistentes con la prevalencia de culpa y autodegradación.

Las pseudo-alucianciones son experimentadas en forma de pensamientos internos o imágenes. Las pseudoalucinaciones son menos convincentes que las verdaderas alucinaciones, y tienen un contenido relacionado directamente con la dificultad psíquica del individuo. Por ejemplo, un adolescente sexualmente traumatizado puede tener recuerdos recurrentes ("escenas retrospectivas") de ser atacado sexualmente, acompañándolo con conversaciones e imaginaciones visuales. Las pseudoalucinaciones son comunes en las psicosis histéricas, los trastornos disociativos, y trastornos por estrés postraumático.

Las percepciones falsas dependientes de la realidad.

Una ilusión es una sensación obtenida por una interpretación falsa, es decir, una percepción errónea de una experiencia real. Las ilusiones auditivas y visuales son características de los estados emocionales intensos (la conversión religiosa) y la privación física (hambre, sed, o fatiga). Se encuentran también en el delirio, la intoxicación (sobre todo con los alucinógenos), la epilepsia, la histeria, y las condiciones de psicopatía agudas.

Los fenómenos de despersonalización, desrealización, distorsión de la imagen de cuerpo, y alteración del sentido de tiempo son normalmente asociados con la

ansiedad en la adolescencia pero también se encuentran en la intoxicación con alucinógenos y en la epilepsia, la histeria, los estados disociativos, y las psicosis.

Y Ahora, las percepciones falsas asociadas con el déficit sensorial o la privación, que son las que están plenamente relacionadas con un individuo sano o que no ha manifestado antecedentes como los antes descritos y aparentemente no tiene problemas con su sensorialidad externa.

- Percepción elevada La imagen tiene la claridad de una percepción real y se percibe como pensamiento externo al espectador. Puede actuar recíprocamente con la tensión o la inestabilidad metabólica para generar las alucinaciones visuales.
- Deterioro Perceptor. Las deficiencias múltiples dentro de la percepción sensorial pueden generar un desequilibrio en el quehacer diario, en la integración a acciones académicas o de aprendizaje y de lecto-escritura y a actividades de tipo motriz o integrador. Aquí la dislexia puede considerarse como un desorden perceptor o la inmadurez de la percepción podría asociarse con la dislexia secundaria en el trastorno del lenguaje y los niños con un trastorno de percepción, representarían un subgrupo de los disléxicos.

## II. ANTECEDENTES

En 2014 año la OMS (2) estima que el número de niños con discapacidad visual asciende a 19 millones, de los cuales 12 millones la padecen debido a errores de refracción que son fácilmente diagnosticables y corregibles y entre ellos están los que necesitan intervenciones de rehabilitación visual para su pleno desarrollo psicológico y personal y que los niños que nacieron en esta de prematuridad tiene un mayor riesgo de presentar alteraciones del sistema visual.

La Organización Mundial de la Salud ", presento un estudio <sup>1</sup>, en el 2015, que refleja que los países desarrollados duplicaron la tasa promedio de nacimientos prematuros al 6% desde 1995; y en su nota descriptiva <sup>3</sup>, N°363 de noviembre de 2015 también la OMS enuncia que en los 184 países estudiados a nivel mundial, la tasa de nacimientos prematuros oscila entre el 5% y el 18% de los recién nacidos, y cada año nacen en el mundo unos 15 millones de bebés antes de llegar a término, es decir, más de 1 en 10 nacimientos y muchos de los bebés prematuros que sobreviven sufren algún tipo de discapacidad de por vida, en particular, discapacidades relacionadas con el aprendizaje, problemas visuales y auditivos.

Un estudio realizado en el Hospital de la Universidad de Uppsala, en Suecia en octubre de 2003, se afirma que los niños nacidos prematuramente tienen más probabilidades de padecer problemas visuales y cognitivos al llegar a la edad de 10 años, y se encontró que tenían agudezas visuales lejanas y cercanas menores, al compararse con niños de término completo. Eva K. Larsson, quien está al frente de la investigación, afirmó que se encontraron errores de refracción significativos en el 29,6% de los nacidos prematuramente y en el 7,8% de los niños a término. Los niños prematuros tuvieron una mayor prevalencia de hipermetropía de más de 3.00D, miopía de -1.00D o menos, astigmatismo de 1.00 D o más y anisometropía de 1.00 D o más, que los nacidos a término.

Según Briscoe, Gathercole & Marlow, en el año 2001(7); y también afirmado desde el año 1998 por Luoma, Herrgard, Martikainen & Ahonent, en estudios específicos acerca del lenguaje y habla de los prematuros, han mostrado que aproximadamente un 30% de estos infantes tendrían un significativo riesgo de dificultades de lenguaje, relacionadas a rapidez y comprensión de conceptos (disnomia), sin embargo, no aparecen con problemas en mediciones verbales globales.

Y respecto a la relación entre la inteligencia no verbal y la percepción visual, Stiers, De Cock y Vandebussche en 1999 llevaron a cabo un estudio con 2 grupos de niños, de los cuales aproximadamente un 80% fueron prematuros, y de estos el 62% manifiestan déficit perceptivo visual, después de las evaluaciones de inteligencia no verbal y de identificación de la disfunción perceptivo visual, concluyen que estas coexisten separadamente y no establecen entre ellos relaciones de causalidad.

En un estudio realizado entre el año 2014-2015 en la facultad de ciencias de la universidad de Zaragoza, España, Allueva Marín Sheila <sup>76</sup>, concluye que si hay diferencia significativas en niños con antecedentes de prematuridad y nacidos a término en edad escolar, en varias de las habilidades perceptuales sobre todo figura-y fondo, estereopsis y habilidades visuomotoras.

Así mismo, en México no existen estudios estadísticamente significativos del grado de las alteraciones de las habilidades perceptuales visuales, integración visomotora, y de la importancia y presencia de la integración que tienen los reflejos primitivos para el desarrollo de las mismas y luego considerar su análisis, para de esta manera llegar a conocer si el sistema visual se relaciona con el proceso de desarrollo visual, auditivo e integral del niño.



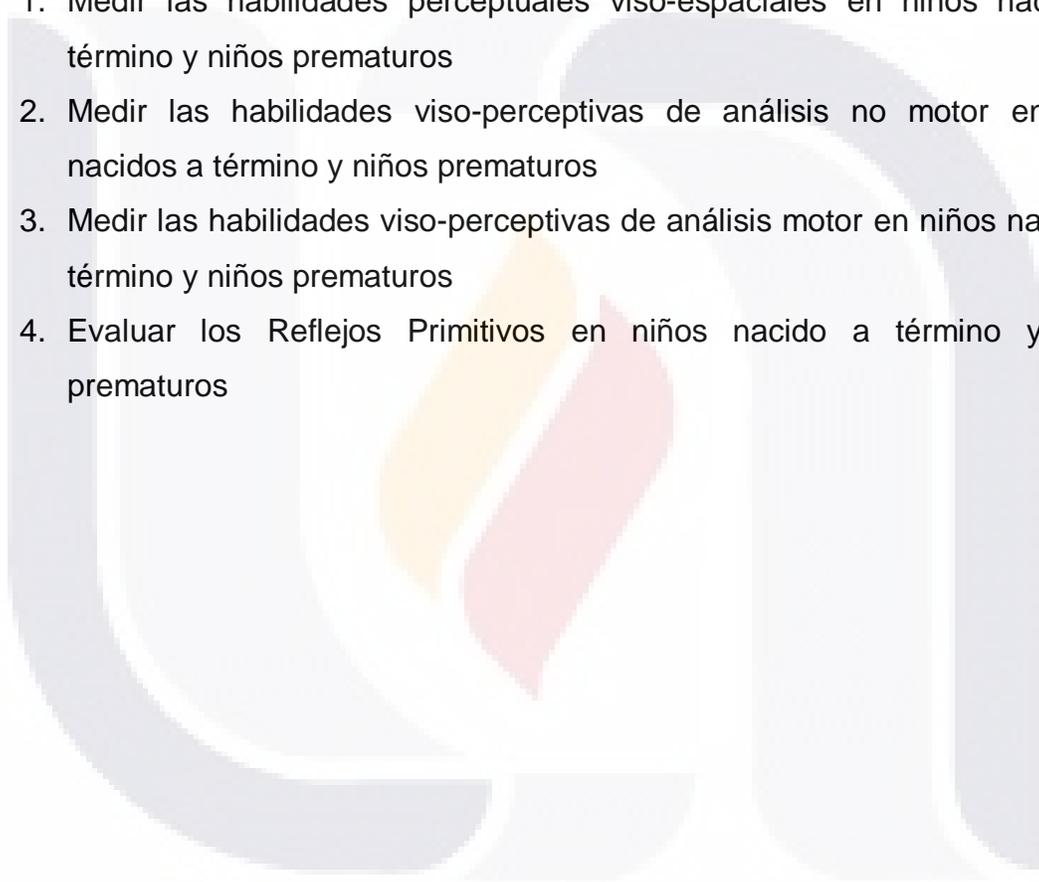
### **III. OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Comparar las Habilidades Viso-Perceptuales y la persistencia de los Reflejos Primitivos en niños a término y niños prematuros.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Medir las habilidades perceptuales viso-espaciales en niños nacidos a término y niños prematuros
2. Medir las habilidades viso-perceptivas de análisis no motor en niños nacidos a término y niños prematuros
3. Medir las habilidades viso-perceptivas de análisis motor en niños nacidos a término y niños prematuros
4. Evaluar los Reflejos Primitivos en niños nacido a término y niños prematuros



### 3.3 HIPOTESIS

**“Las Habilidades Viso-Perceptuales y la persistencia de los Reflejos Primitivos en niños que nacieron a término presentan un mejor desempeño que en los niños que nacieron de forma prematura”**

### 3.4 VARIABLES

#### 3.4.1 VARIABLES DEPENDIENTES:

- Habilidades:
  - Visuo- espacial
    - Test de PIAGET
    - Test de Gardner- Ejecución
    - Test de Gardner-Reconocimiento
  - Análisis visual
    - TVPS-3
  - Integración Audio-perceptual
    - 3x3 salto alternado
    - VMI
    - ANM-F
    - ANM-R
- Reflejos Primitivos
  - Del Moro
  - Simétrico del cuello
  - Asimétrico del cuello
  - Tónico Laberíntico

#### 3.4.2 VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Nacido a término
- Nacido Prematuro

#### 3.4.3 CO-VARIABLES

- Edad
- Género

## IV. DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1 TIPO DE ESTUDIO:

Se realizó un estudio Observacional, Analítico, Comparativo

- ▶ Se evaluaron niños que estuvieran en el rango de edad y después de la anamnesis y la evaluación refractiva, de binocularidad y de salud ocular de segmento anterior y posterior se seleccionaron de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión.
- ▶ Entonces se seleccionaron 60 niños y niñas escolares entre 3 y 12 años de edad, atendidos en el primer semestre del año 2016 en el CIETEP (Centro Interdisciplinario de Educación Temprana Personalizada) de la Clínica Universitaria de Salud Visual, en la Clínica de Optometría de la FES Iztacala y en mi consulta privada en la zona metropolitana de la ciudad de México.
- ▶ Se formaron 2 grupos de estudio, nacidos a término y prematuros:
- ▶ El nacido a término incluye a aquellos que nacieron entre las 37 y 42 semanas de gestación y tuvieron un peso mayor de 2500 gr al nacer
- ▶ En el grupo de prematuros se incluyó a niños que nacieron con 36 o menos semanas de gestación y/o con peso menor de 2500grs
- ▶ Se excluyeron los casos con lesión neurológica, metabólica, distrófica, malformación congénita o cualquier otro síndrome, o a los que tenían ambliopía al ser corregidos o estrabismo, con patologías oculares que interfirieran con la agudeza visual y niños que no estuvieran dentro del rango de las edades determinadas

### 4.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Edad entre 3 a 12 años
- Niños nacidos a término de 37a42 semanas de gestación y peso mayor de 2500 gr
- Niños nacidos a 36 semanas o menos y/o 2500gr de peso o menos
- Género indistinto

### 4.3 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Niños con daño cerebral
- Niños con enfermedad congénita, metabólica o distrófica.
- Niños con alguna patología oftálmica que interfiera con su AV
- Niños con diagnóstico de ambliopía o estrabismo

### 4.4 TIPOS DE MUESTREO:

#### 4.4.1 MUESTRA:

60 Niños:

- 30 niños de edad entre 3 a 12 años niños nacidos a término de 37 a 42 semanas de gestación y peso mayor de 2500 gr
- 30 niños de edad entre 3 a 12 años niños nacidos a 36 semanas o menos y/o 2500gr de peso o menos

### 4.5 METODOLOGÍA:

#### Procedimiento:

Se seleccionan de acuerdo a los criterios de inclusión y se aplica a los 2 grupos el instrumento que incluye:

- ❖ Anamnesis
- ❖ Refracción objetiva y subjetiva con toma de AV Lejana y cercana
- ❖ Amplitud de acomodación
- ❖ Cover Test
- ❖ Estereotest (stereo fly)
- ❖ Habilidades Espaciales (PIAGET Y GARDNER Ejecución y Reconocimiento)
- ❖ Habilidades de análisis visuo-perceptual, TVPS (discriminación visual, memoria visual, relación visual-espacial, constancia de forma, memoria visual secuencial, figura-fondo, cierre visual)

- ❖ Habilidades de Integración Audio-perceptuales (3x3 salto alternado, VMI, ANM-F y ANM-R)
- ❖ Reflejos Primitivos (Moro, Tónico simétrico del cuello, Tónico asimétrico del cuello y Tónico Laberíntico)

Se le pide a la mamá o papá de cada niño que firme el consentimiento informado

## V. RESULTADOS

- ❖ Se elaboró una base de datos, previa codificación de las variables de estudio.
- ❖ Para el análisis de los resultados se utiliza el programa SPSS versión 18 para Windows.

### Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en este trabajo, una vez que se ha concluido la evaluación de los niños que cubrieron con los criterios de inclusión y exclusión

En primer lugar se muestra un análisis descriptivo de los parámetros que señalan a las muestras en cuanto a semanas, peso y estatura en el momento del nacimiento.

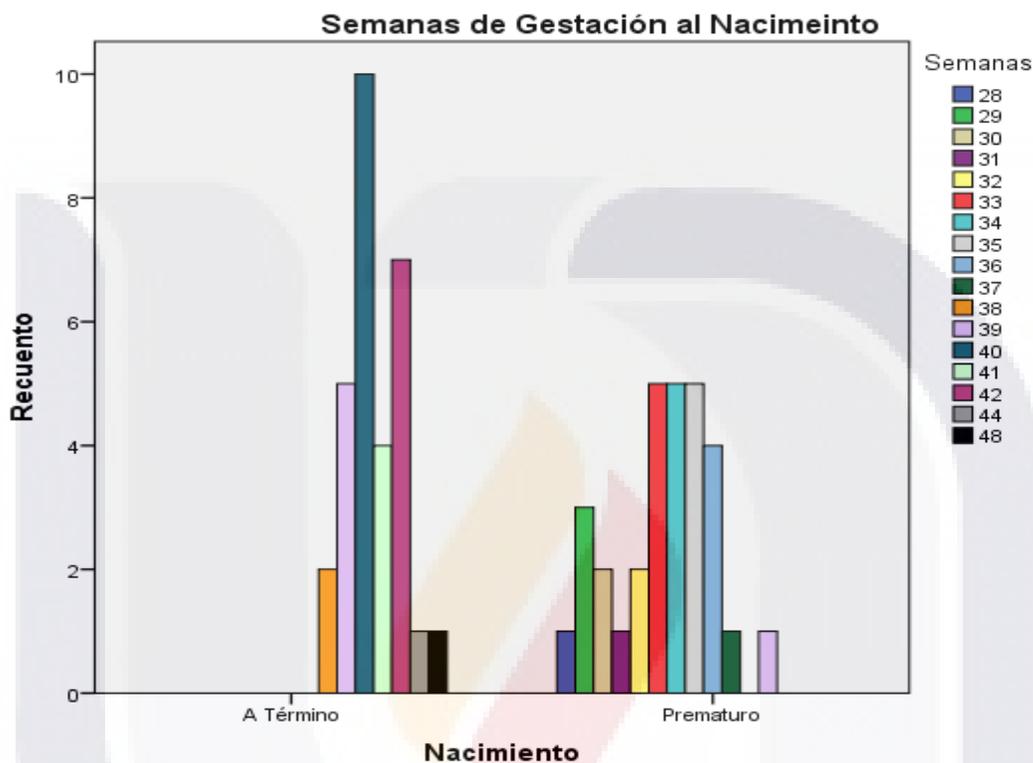
**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Semanas	60	28	44	37.02	4.378
Peso	60	1800	3700	2838.33	409.668
Estatura	60	25	54	43.15	8.151
N válido (según lista)	60				

**Tabla 3. Descripción de la edad de gestación.**

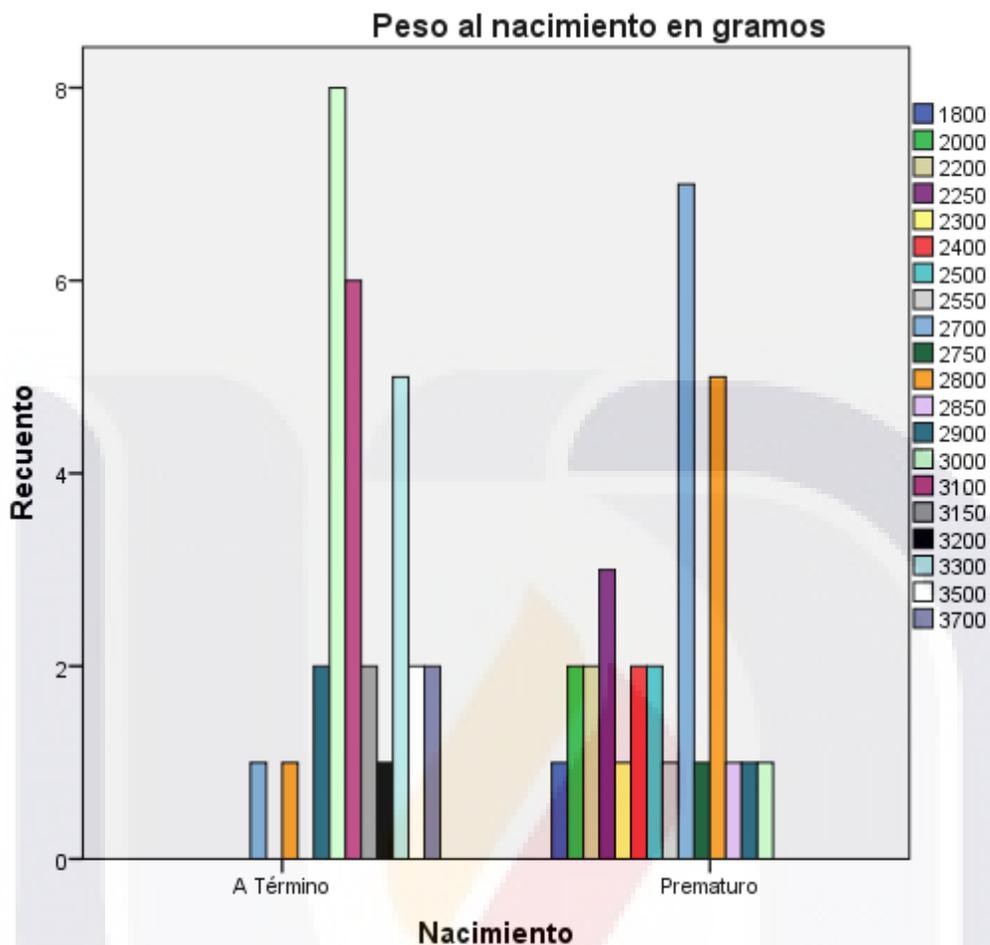
Descripción de la edad de gestación, siendo la mínima de 28 semanas con una media de 37.02 y una desviación estándar de 4.37semanas, el peso de gestación mínimo fue de 1,800grs con una media de 2832.33grs. y una desviación estándar de 409.66grs

Ahora se muestra la frecuencia para cada una de las edades de gestación, y peso en el momento del nacimiento en cada una de los grupos.



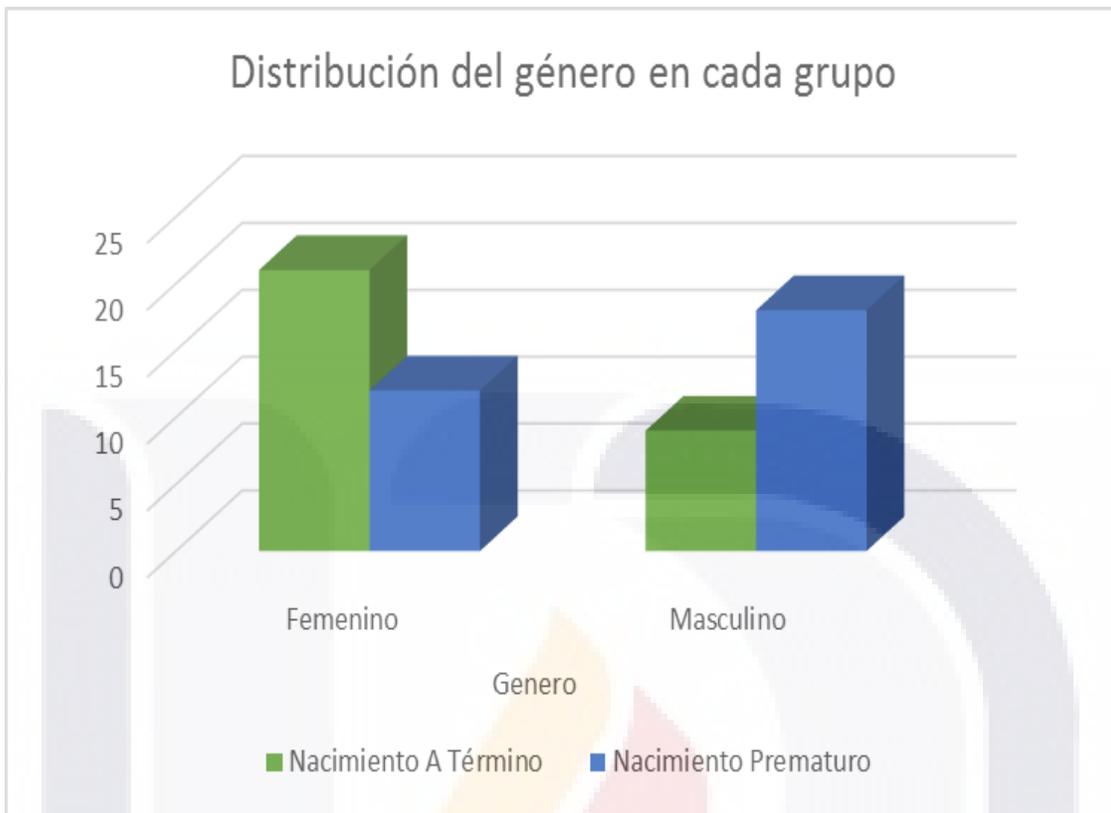
Gráfica 1. Frecuencia en cada una de las edades por grupo.

Frecuencia en cada una de las edades de cada grupo, mostrando que en el grupo de los niños que nacieron a término, la edad a la que más niños nacieron es de 37 semanas y la menor a las 44 semanas de gestación, y en el grupo de los niños que nacieron prematuros la edad de 33, 34 y 35 coinciden con la mayor frecuencia, y destaca el hecho de de que a pesar de que está en el grupo de los prematuros la máxima es de 39 semanas de gestación.



**Gráfica 2. Frecuencia del peso al momento del nacimiento por grupo.**

Frecuencia del peso al momento del nacimiento en cada grupo, mostrando que en el grupo de los niños que nacieron a término, el peso en el nacieron más niños fue de 3000 grs, y en el grupo de los niños que nacieron prematuros el peso en el que estuvieron más niños, en el momento del nacimiento fue de 2700 grs



**Gráfica 3. Distribución del género en cada grupo.**

La comparación nos muestra que en el grupo de las niñas es evidente que más de ellas nacieron a término que de forma prematura, y en el caso de los masculinos se comporta opuesto en donde solo son 5 niños que en las que nacieron a término y fueron más los que nacieron prematuros.

Y considerando solo a los prematuros fueron mayor número de masculinos sobre la cantidad de las femeninas.

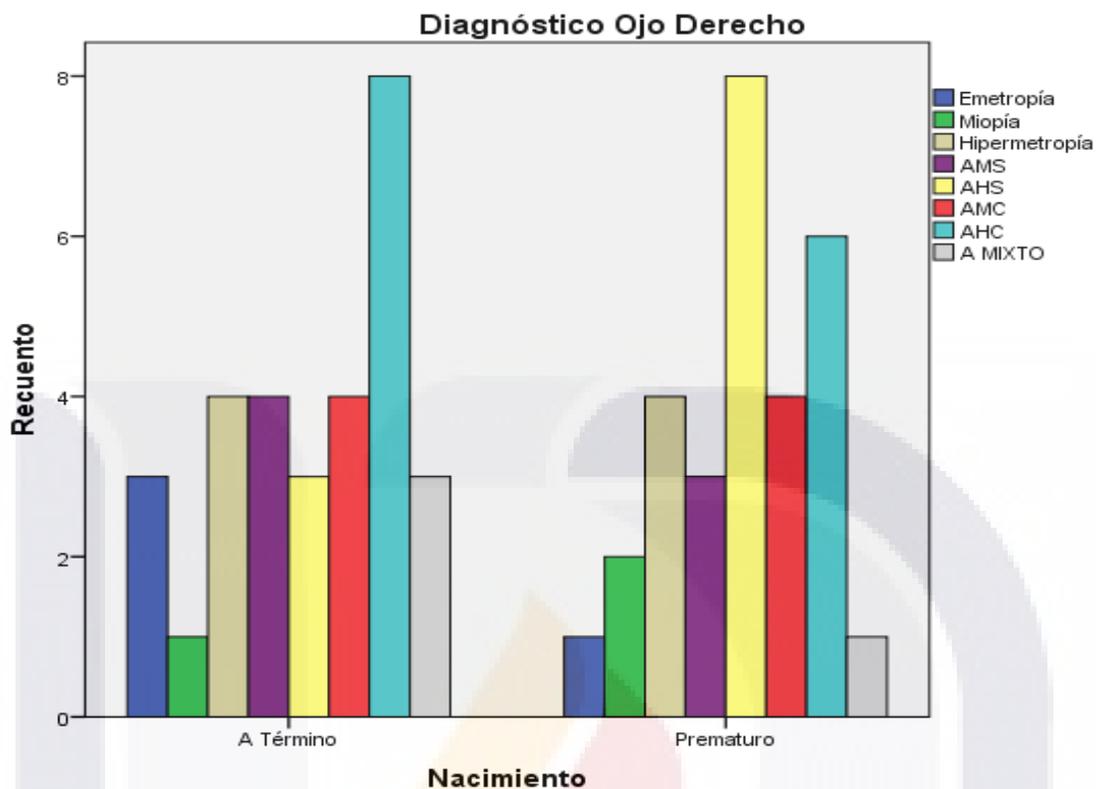
Ahora se muestra un análisis comparativo entre los diagnósticos Refractivos observados en los ojos derechos de los pacientes y ojos izquierdos de cada grupo.

		Tipo de nacimiento		Total
		Nacimiento a término	Nacimiento prematuro	
Diagnóstico derecho DXRXD	EMETROPIA	3	2	5
	MIOPIA	1	2	3
	HIPERMETROPIA	4	4	8
	AMS	4	3	7
	AHS	3	8	11
	AMC	4	4	8
	AHC	8	6	14
	A MIXTO	3	1	4
Total	30	30	60	

**Tabla 4. Comparación de frecuencia de casos para cada una de los diagnósticos refractivos del ojo derecho.**

Comparación de frecuencias de casos para cada uno de los diagnósticos refractivos del Ojo Derecho de los pacientes según el tipo de nacimiento en los sujetos observados. Destaca que Astigmatismo Hipermetrópico Simple fue más frecuente en los nacimientos prematuros respecto a los nacimientos a término. Sin embargo, el análisis estadístico mostró que no existe diferencia significativa entre la frecuencia observada en el grupo de los nacimientos a término y el grupo de los prematuros ( $p = 0.182$ )

Nivel de significancia: 0.05



**Gráfica 4. Comparación de frecuencias de casos para cada un de los diagnósticos refractivos del ojo derecho.**

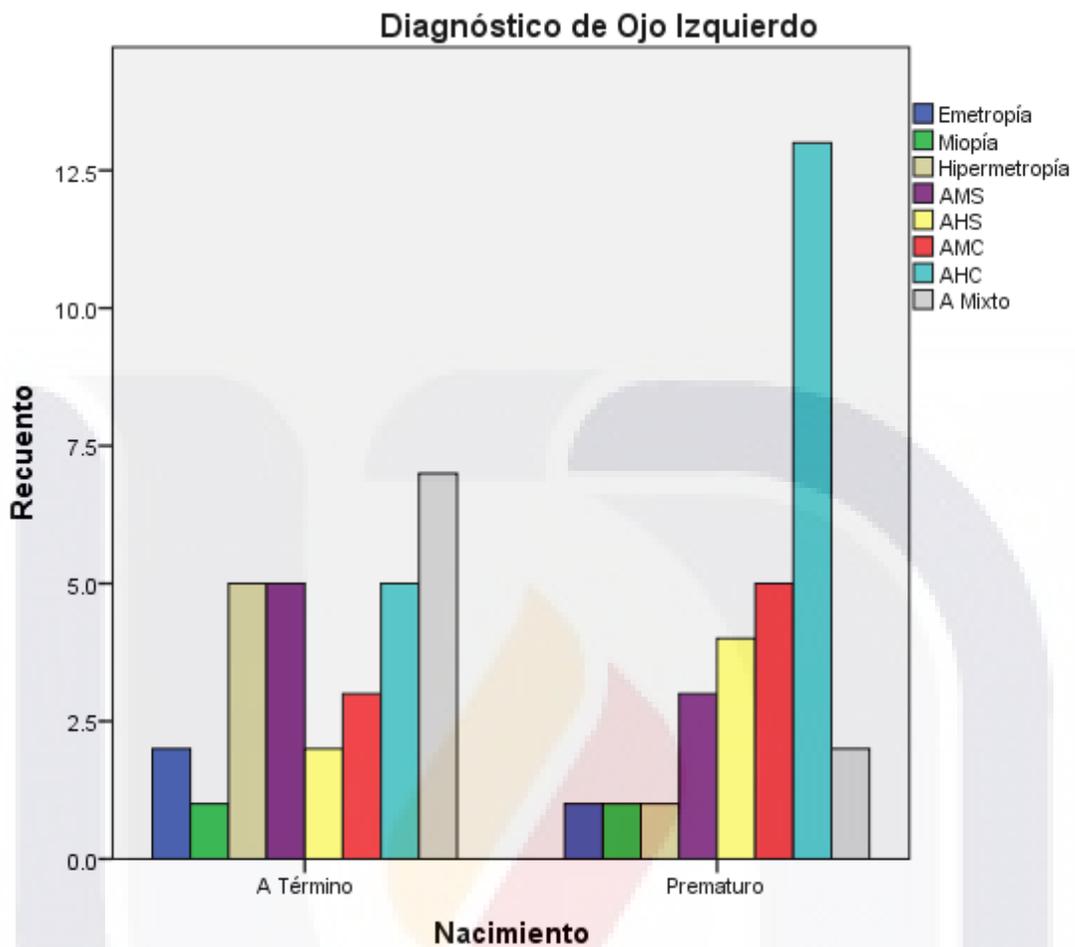
Se muestra la comparación de frecuencias de casos para cada uno de los diagnósticos refractivos del Ojo Derecho, según el tipo de nacimiento en cada grupo. Observando que el Astigmatismo Hipermetrópico Compuesto fue más frecuente en los nacimientos a término, respecto a los nacimientos prematuro, mientras que el diagnóstico de Astigmatismo Hipermetrópico Simple fue más frecuente en los nacimientos prematuros.

		Tipo de nacimiento		Total
		Nacimiento a término	Nacimiento prematuro	
Diagnóstico izquierdo DXRXDI	EMETROPIA	2	1	3
	MIOPIA	1	1	2
	HIPERMETROPIA	5	1	6
	AMS	5	3	8
	AHS	2	4	6
	AMC	3	5	8
	AHC	5	13	18
	A MIXTO	7	2	9
Total	30	30	60	

**Tabla 5. Comparación de frecuencia de casos para cada una de los diagnósticos refractivos del ojo izquierdo.**

Comparación de frecuencias de casos para cada uno de los diagnósticos refractivos del Ojo Izquierdo según el tipo de nacimiento en los sujetos observados. Destaca que Astigmatismo Hipermetrónico Compuesto fue el más frecuente.

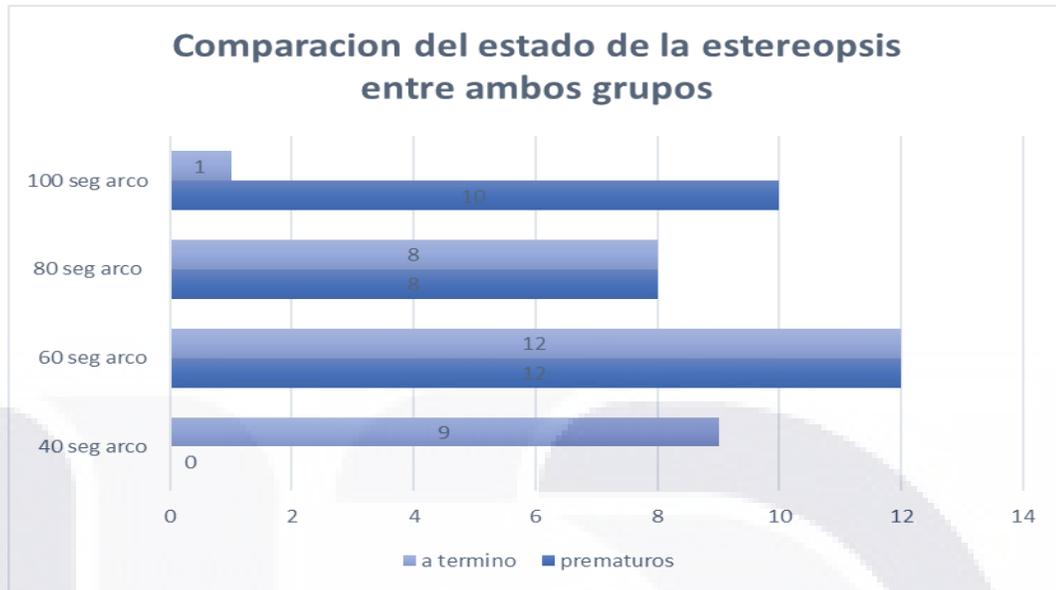
El análisis estadístico mostró una diferencia significativa al realizar la comparación de frecuencias de casos de AHC en los grupos de nacidos a término y prematuros ( $p = 0.049$ ). También se realizó la comparación entre la frecuencia de casos de A. Mixto, pero en este caso, no hubo diferencia significativa entre los grupos observados ( $p = 0.148$ )



**Gráfica 5. Comparación de frecuencia de casos para cada uno de los diagnósticos refractivos del ojo izquierdo.**

Se muestra la comparación de frecuencias de casos para cada uno de los diagnósticos refractivos del Ojo Izquierdo según el tipo de nacimiento en cada grupo. Observando que el Astigmatismo Hipermetrópico Compuesto fue más frecuente en los nacimientos prematuros respecto a los nacimientos a término, mientras que el diagnóstico de Astigmatismo mixto fue más frecuente en los nacimientos a término respecto a los prematuros.

Como parte de las evaluaciones se detecta la frecuencia de la estereopsis de las muestras según en cada grupo



**Gráfica 6. Comparación del estado de la estereopsis en cada grupo.**

Comparación del estado de la estereopsis en los niños nacidos a término y los niños que nacieron de forma prematura, destaca que en el grupo de los que nacieron a prematuros nungun niño tiene estereopsis de 40 seg de arco y en los niños que nacieron a término solo 1 tuvo un esteropsis menos de 80 seg de arco.

**T de student para comparar la estereopsis**

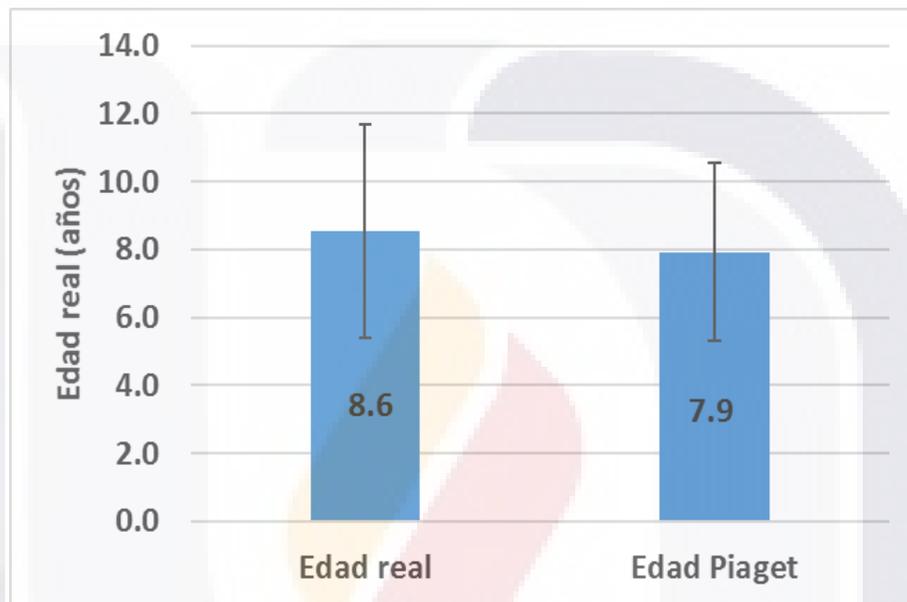
	Nacimiento	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Estereopsis	A Término	30	60.67	17.006	3.105
	Prematuro	30	82.00	27.965	5.106

**Tabla 6. Comparación entre las desviaciones estándar y la media de la estereopsis de los 2 grupos con la prueba t de student**

Diferencia entre las medias y las desviaciones std. de la estereopsis para los niños que nacieron a término y de forma prematura, con la prueba t de student.

## COMPARACION EN LAS HABILIDADES DE PERCEPCIÓN ESPACIAL

A continuación se muestran los resultados obtenidos al realizar la comparación entre la edad real y la edad de Piaget en los grupos de nacidos a término y prematuros.

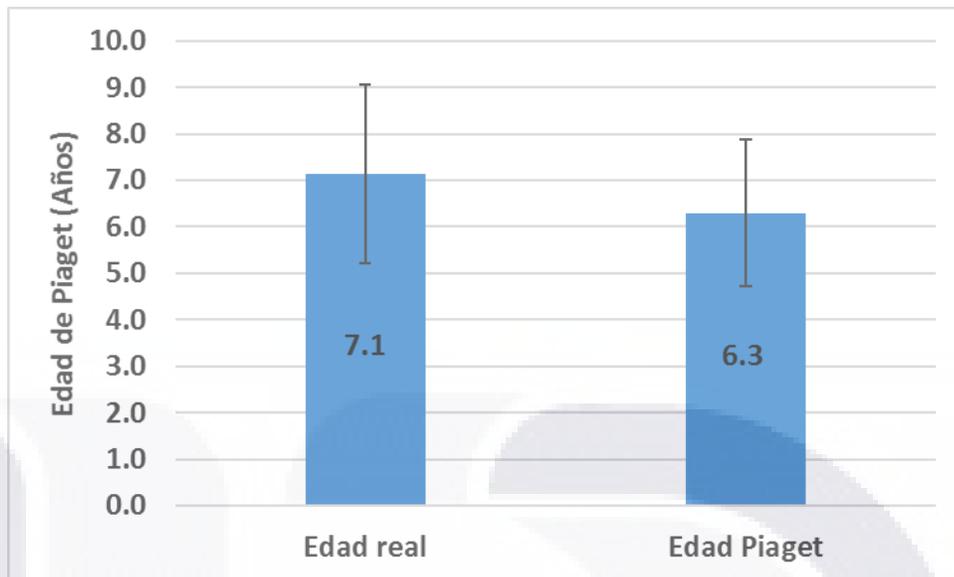


Gráfica 7. Comparación entre la edad real y la edad Piaget en el grupo de nacidos a término.

Comparación entre la edad real y la edad Piaget en el grupo de nacidos a término. El análisis estadístico reveló que no existe diferencia significativa entre los valores medios de los dos tipos de edades ( $p = 0.237$ ). En los niños nacidos a término, la edad real media fue de  $8.6 \pm 3.1$  años, mientras que la edad de Piaget fue de  $7.9 \pm 2.6$  años.

Prueba de Mann Whitney.

Nivel de significancia: 0.05



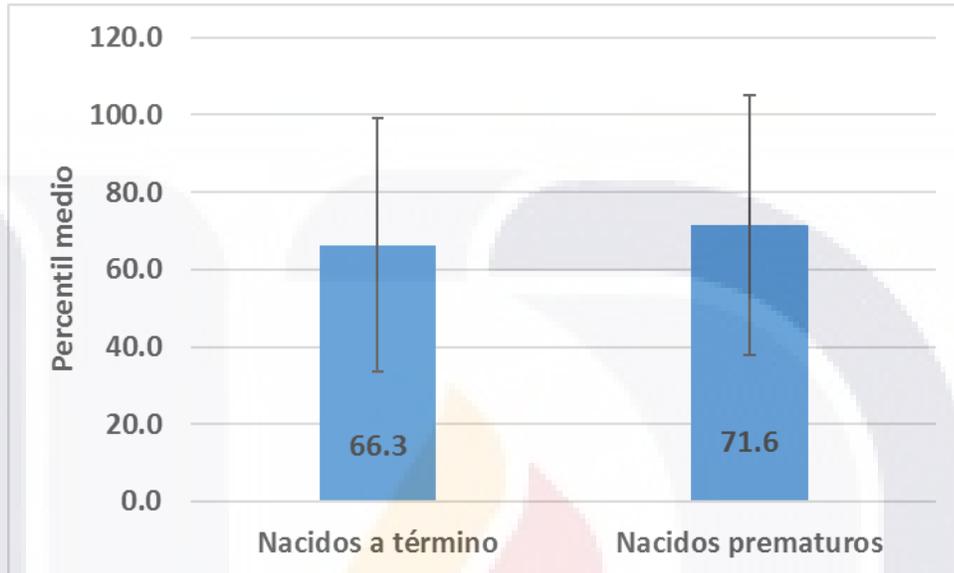
Gráfica 8. Comparación entre la edad real y la edad Piaget en el grupo de nacidos prematuros.

Comparación entre la edad real y la edad Piaget en el grupo de nacidos prematuros. El análisis estadístico reveló que si existe diferencia significativa entre los valores medios de los dos tipos de edades ( $p = 0.021$ ), es decir, en los nacidos prematuros la edad Piaget es menor que la edad real. En los niños nacidos prematuros, la edad real media fue de  $7.1 \pm 1.9$  años, mientras que la edad de Piaget fue de  $6.3 \pm 1.6$  años.

Prueba de Mann Whitney.

Nivel de significancia: 0.05

A continuación se muestran los resultados obtenidos al realizar la comparación entre la edad real y la edad de Gardner en el test de Ejecución y en el test de reconocimiento en los grupos de nacidos a término y prematuros



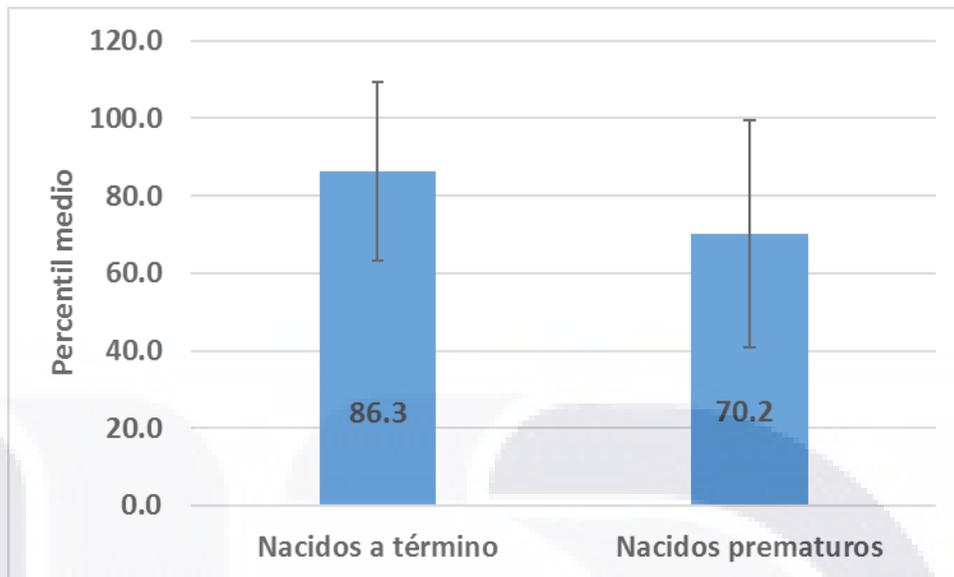
**Gráfica 9. Comparación entre los percentiles medios observados en el Test de Gardner Ejecución, para ambos grupos.**

Comparación entre los percentiles medios observados en Gardner Ejecución para los grupos nacidos a término y prematuros. El análisis estadístico mostró que no existen diferencias significativas ( $p = 0.994$ )

Prueba de Mann Whitney.

Nivel de significancia: 0.05

Fuente: Trabajo de campo.



**Gráfica 10. Comparación entre los percentiles medios observados en el Test de Gardner Reconocimiento, para ambos grupos.**

Comparación entre los percentiles medios observados en Gardner Reconocimiento para los grupos nacidos a término y prematuros. El análisis estadístico mostró que no existen diferencias significativas ( $p = 0.397$ )

Prueba de Mann Whitney.

Nivel de significancia: 0.05

Fuente: Trabajo de campo.

**T de student para Test de Gardner Ejecución y Reconocimiento**

	Nacimiento	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
GardnerEP	A Término	30	66.270	32.7307	5.9758
	Prematuro	30	71.560	33.5536	6.1260
GardnerRP	A Término	30	86.253	23.1285	4.2227
	Prematuro	30	70.157	29.3464	5.3579

**Tabla 7. Comparación entre las media y desviación standard para los Test de Gardner (ejecución y reconocimiento) en los 2 grupos con la prueba t de student.**

Diferencia entre las medias y las desviaciones std.de percentiles, para los test de Gardner (ejecución y reconocimiento) para los niños que nacieron a término y de forma prematura, con la prueba t de student.

## Comparación de Habilidades de Análisis Viso-Perceptuales

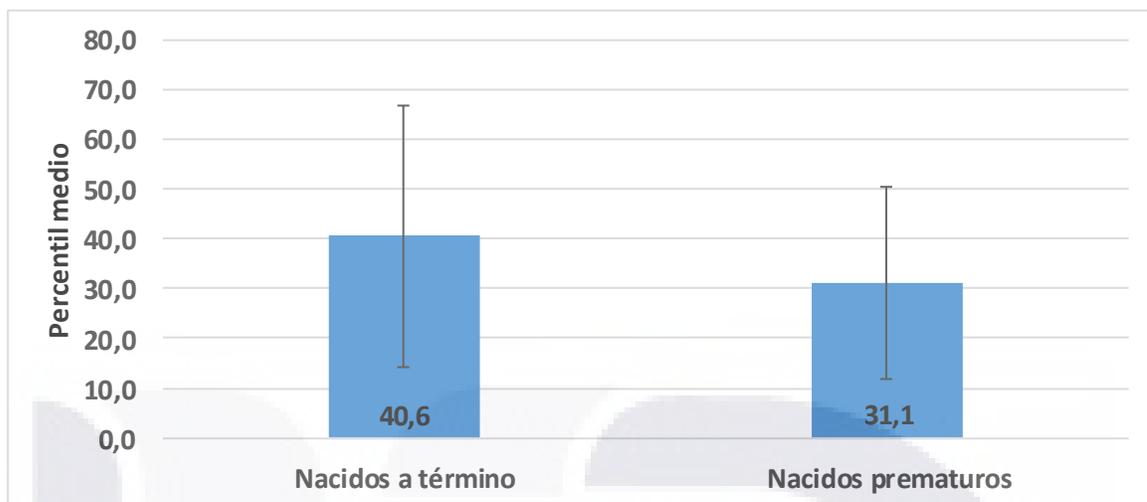
A continuación se muestran los resultados obtenidos al realizar la comparación entre los grupos de nacidos a término y prematuros en la evaluación de las habilidades de Análisis Viso-Perceptual con el Test de TVPS-3, específicamente en: Discriminación visual, Memoria visual, Relación Visual Espacial, Constancia y Forma, Memoria Visual-Espacial, Figura y Fondo y Cierre Visual.

T de Student para Test de TVPS-3

	Nacimiento	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
DVP	A Término	30	40.60	26.219	4.787
	Prematuro	30	31.10	19.453	3.552
MVP	A Término	30	64.67	24.531	4.479
	Prematuro	30	38.53	27.681	5.054
REP	A Término	30	62.17	23.986	4.379
	Prematuro	30	43.33	17.893	3.267
CFP	A Término	30	48.03	24.427	4.460
	Prematuro	30	36.33	28.018	5.115
MVSP	A Término	30	72.27	17.724	3.236
	Prematuro	30	65.47	16.978	3.100
FFP	A Término	30	55.27	22.008	4.018
	Prematuro	30	25.20	14.794	2.701
CVP	A Término	30	50.83	18.002	3.287
	Prematuro	30	40.37	20.266	3.700

Tabla 8. Comparación entre las media y desviación standard para TVPS-3 en los 2 grupos con la prueba t de student.

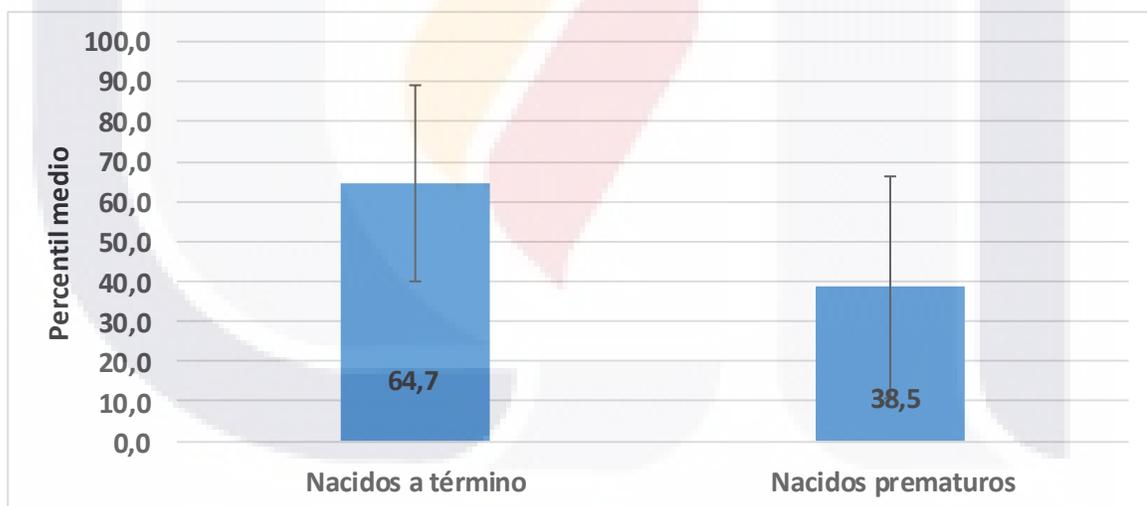
Diferencia entre las medias y las desviaciones std de percentiles, para la batería del Test TVPS-3 para los niños que nacieron a término y de forma prematura, con la prueba t de student.



**Gráfica 11. Comparación entre los percentiles medios observados en la Discriminación Visual para los dos grupos.**

Comparación entre los percentiles medios observados en Discriminación Visual para los grupos Nacidos a término y prematuros. El análisis estadístico mostró que no existen diferencias significativas ( $p = 0.126$ )

Prueba de Mann Whitney.  
Nivel de significancia: 0.05

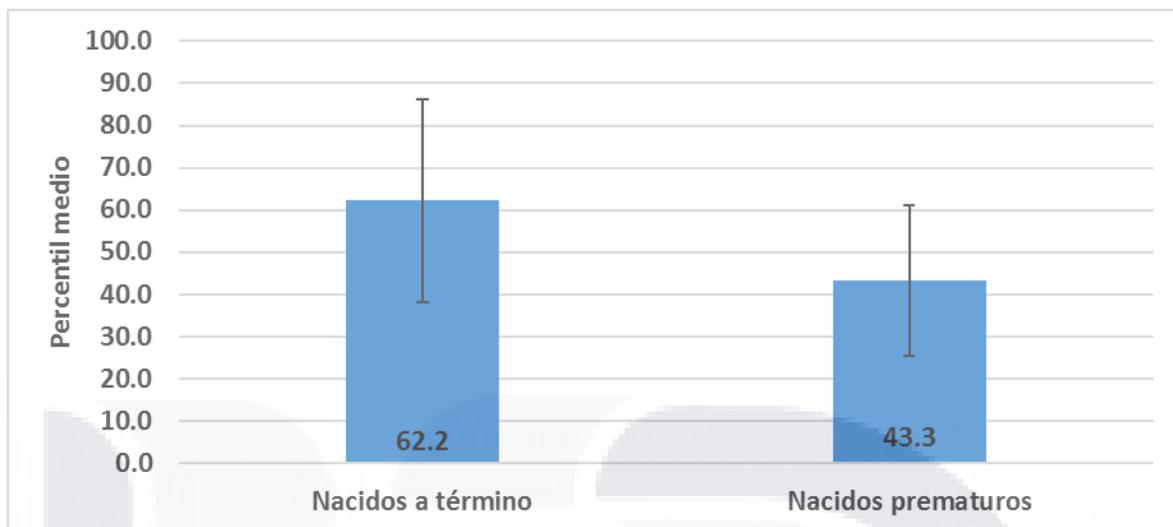


**Gráfica 12. Comparación entre los percentiles medios observados en la Memoria Visual para los dos grupos.**

Comparación entre los percentiles medios observados en Memoria Visual para los grupos Nacidos a término y prematuros.

El análisis estadístico mostró que si existen diferencias significativas ( $p = 0.000$ ). Existe evidencia para suponer que el percentil medio en los sujetos que nacieron a término es mayor que el del grupo de los que fueron prematuros.

Prueba de Mann Whitney.  
Nivel de significancia: 0.05



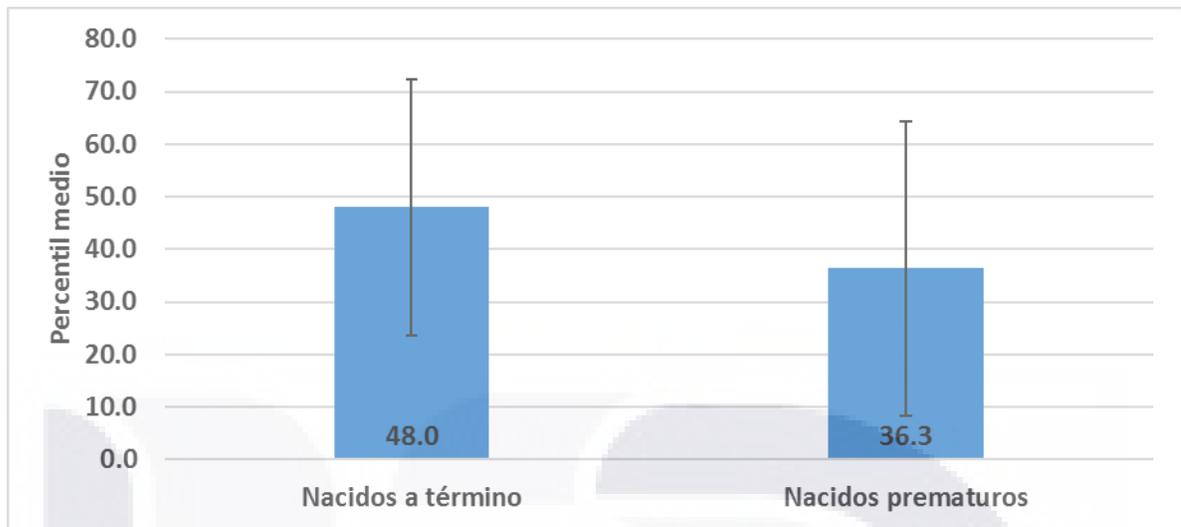
**Gráfica 13. Comparación entre los percentiles medios observados en la Relación Visual Espacial para los dos grupos.**

Comparación entre los percentiles medios observados en Relación Visual Espacial, para los grupos Nacidos a término y prematuros.

El análisis estadístico mostró que si existen diferencias significativas ( $p = 0.002$ ). Existe evidencia para suponer que el percentil medio en los sujetos que nacieron a término es mayor que el del grupo de los que fueron prematuros.

Prueba de Mann Whitney.

Nivel de significancia: 0.05



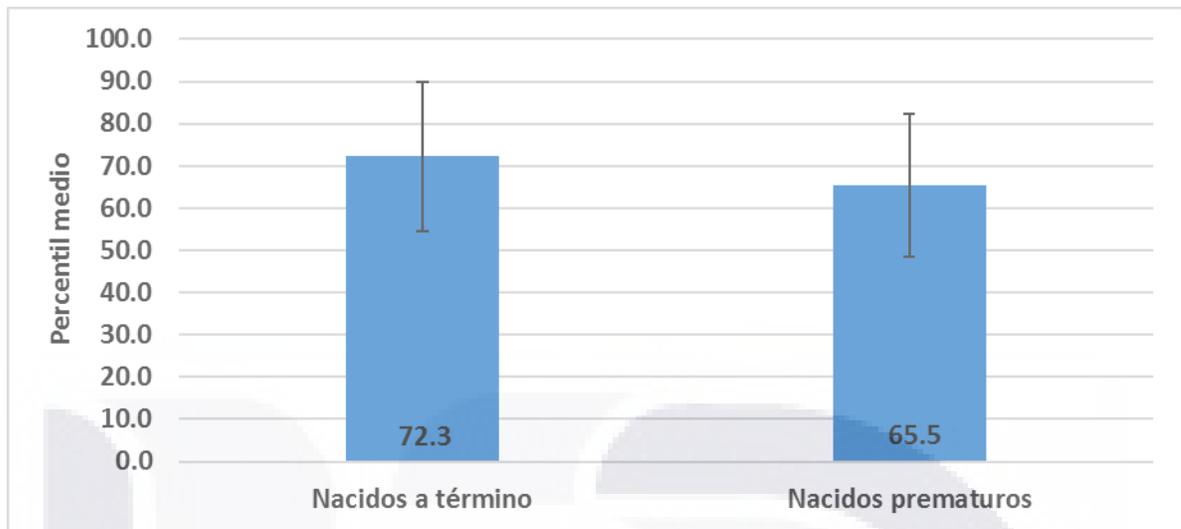
**Gráfica 14. Comparación entre los percentiles medios observados en la Constancia y forma para los dos grupos.**

Comparación entre los percentiles medios observados en Constancia y Forma, para los grupos Nacidos a término y prematuros. El análisis estadístico mostró que si existen diferencias significativas ( $p = 0.043$ ). Existe evidencia para suponer que el percentil medio en los sujetos que nacieron a término es mayor que el del grupo de los que fueron prematuros.

Prueba de Mann Whitney.

Nivel de significancia: 0.05

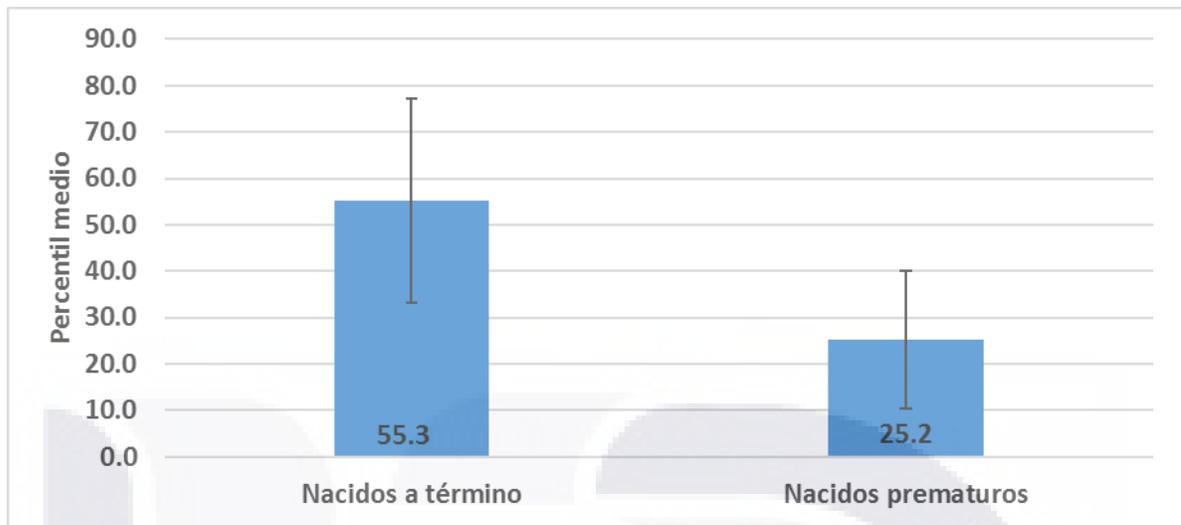
Fuente: Trabajo de campo.



**Gráfica 15. Comparación entre los percentiles medios observados en la Memoria Visual Espacial para los dos grupos.**

Comparación entre los percentiles medios observados en Memoria Visual-Espacial para los grupos Nacidos a término y prematuros. El análisis estadístico mostró que no existen diferencias significativas ( $p = 0.131$ ).

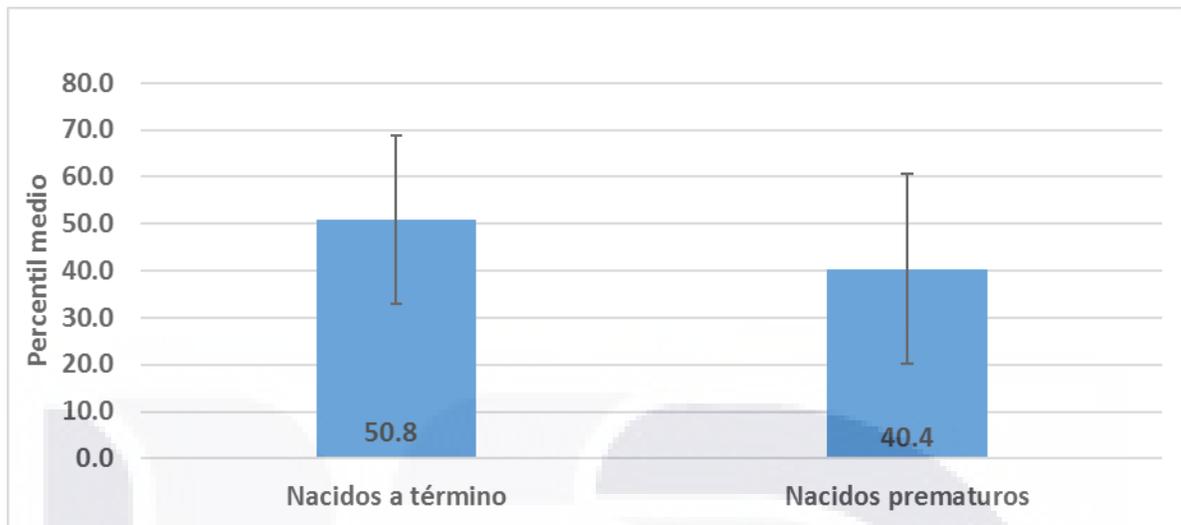
Prueba de Mann Whitney.  
 Nivel de significancia: 0.05



**Gráfica 16. Comparación entre los percentiles medios observados en la Figura- Fondo para los dos grupos.**

Comparación entre los percentiles medios observados en Figura-Fondo, para los grupos Nacidos a término y prematuros. El análisis estadístico mostró que si existen diferencias significativas ( $p = 0.000$ ). Existe evidencia para suponer que el percentil medio en los sujetos que nacieron a término es mayor que el del grupo de los que fueron prematuros.

Prueba de Mann Whitney.  
 Nivel de significancia: 0.05



**Gráfica 17. Comparación entre los percentiles medios observados en la Cierre Visual para los dos grupos.**

Comparación entre los percentiles medios observados en Cierre Visual, para los grupos Nacidos a término y prematuros.

El análisis estadístico mostró que si existen diferencias significativas ( $p = 0.006$ ). Existe evidencia para suponer que el percentil medio en los sujetos que nacieron a término es mayor que el del grupo de los que fueron prematuros.

Prueba de Mann Whitney.  
Nivel de significancia: 0.05

## Comparación de Habilidades de Integración Audio- Perceptual

A continuación se muestran los resultados obtenidos al realizar la comparación entre los grupos de nacidos a término y prematuros en la evaluación de las habilidades de Integración Audio-Perceptual con el Test de Beery VMI y el Test de ANM-F Y ANM-R

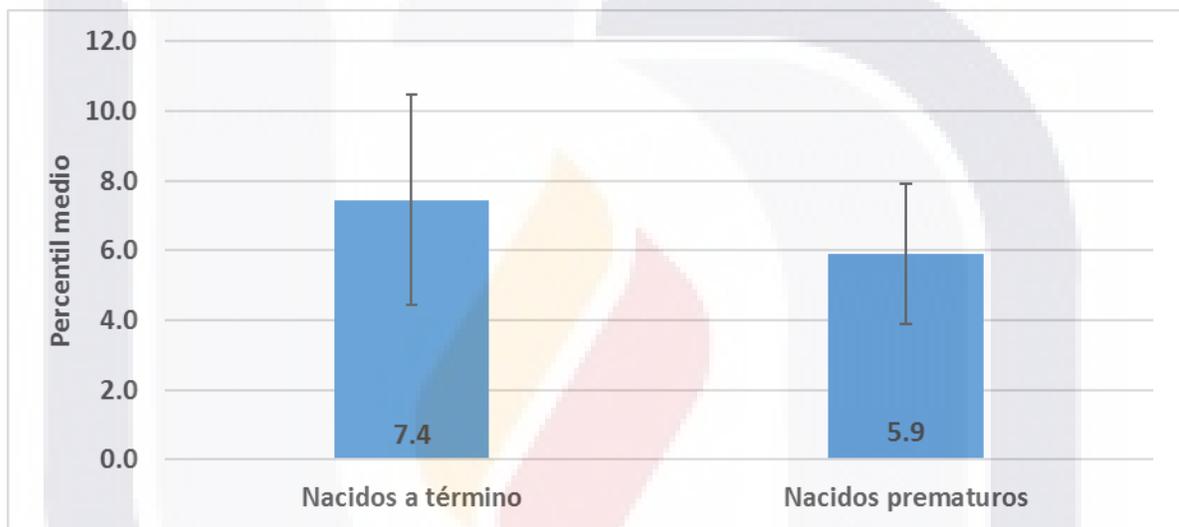
### ESTADÍSTICOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT DE MUESTRAS INDEPENDIENTES

Estadísticos de grupo					
	Nacimiento	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
VMIP	A Término	30	39.07	21.816	3.983

ANMFP	Prematuro	30	33.43	31.343	5.722
	A Término	30	35.70	18.788	3.430
ANMRp	Prematuro	30	26.30	14.475	2.643
	A Término	30	45.63	27.314	4.987
	Prematuro	30	47.80	30.943	5.649

**Tabla 9. Comparación entre las media y desviación standard para el test Beery VMI y los test ANM-F Y ANM.R, en los 2 grupos con la prueba t de student.**

Comparación entre las media y desviación standard de percentiles, para el test Beery VMI y los test ANM-F Y ANM.R, en los 2 grupos con la prueba t de student



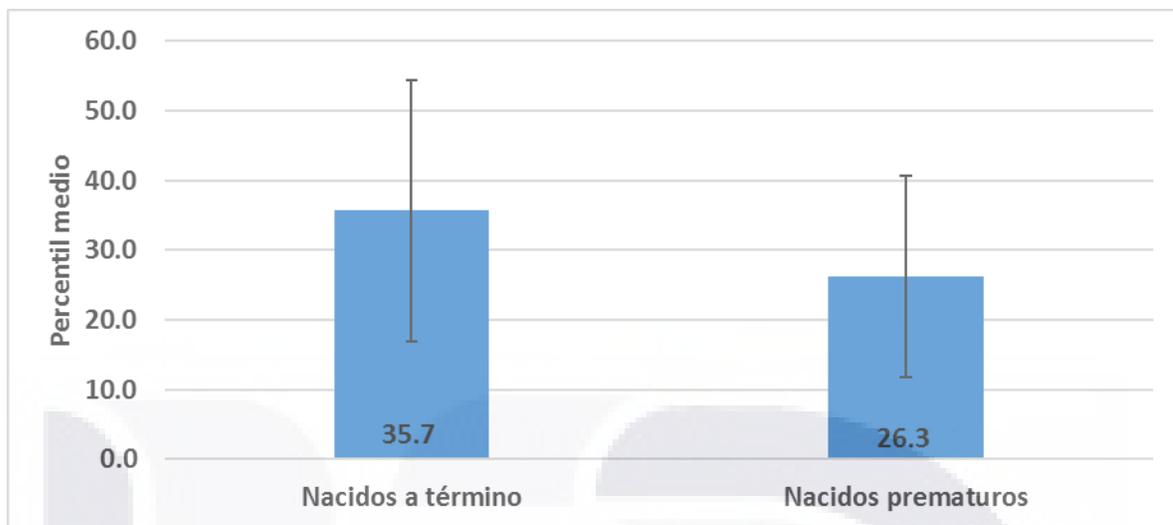
**Gráfica 18. Comparación entre los percentiles medios observados en el Test de Beery VMI para los 2 grupos.**

Comparación entre los percentiles medios observados con el test de Beery VMI para los grupos Nacidos a término y prematuros.

El análisis estadístico mostró que si existen diferencias significativas ( $p = 0.045$ ). Existe evidencia para suponer que el percentil medio en los sujetos que nacieron a término es mayor que el del grupo de los que fueron prematuros.

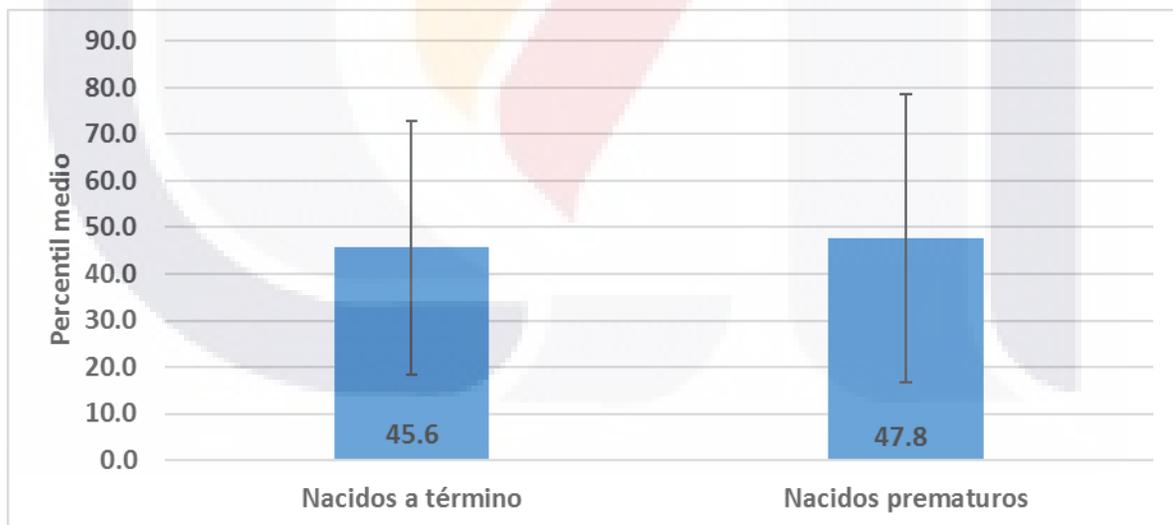
Prueba de Mann Whitney.

Nivel de significancia: 0.05



**Gráfica 19. Comparación entre los percentiles medios observados en el Test de ANM-F para los dos grupos.**

Comparación entre los percentiles medios observados en las evaluaciones hechas con el test ANM-F para los grupos Nacidos a término y prematuros. El análisis estadístico mostró que no existen diferencias significativas ( $p = 0.052$ ). Prueba de Mann Whitney. Nivel de significancia: 0.05



**Gráfica 20. Comparación entre los percentiles medios observados en el Test de ANM-R para los dos grupos.**

Comparación entre los percentiles medios observados en las evaluaciones hechas con el test ANM-R para los grupos Nacidos a término y prematuros. El análisis estadístico mostró que no existen diferencias significativas ( $p = 0.893$ ). Prueba de Mann Whitney. Nivel de significancia: 0.05

Fuente: Trabajo de campo.

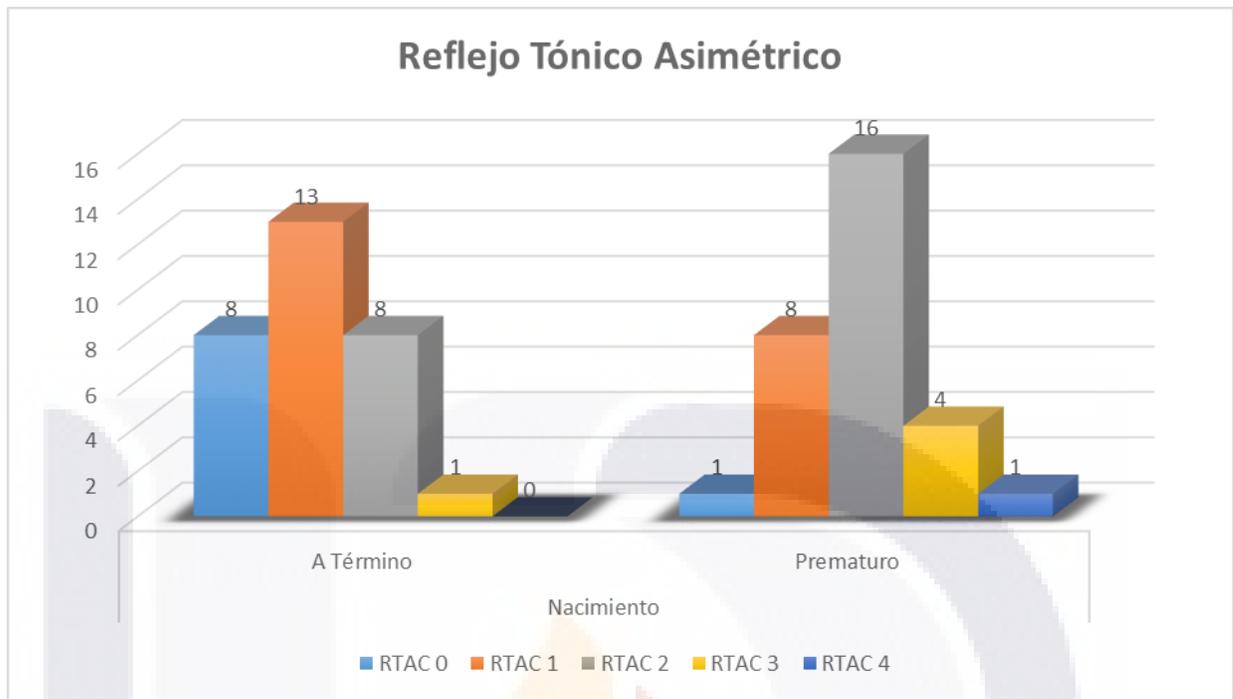
## Comparación de los Resultados de los Reflejos Primitivos

A continuación se muestran los resultados obtenidos al realizar la evaluación de los Reflejos Primitivos: Moro, Tónico Simétrico del cuello, Tónico Asimétrico del Cuello y Tónico Laberíntico, haciendo una comparación entre los grupos de nacidos a término y prematuros.



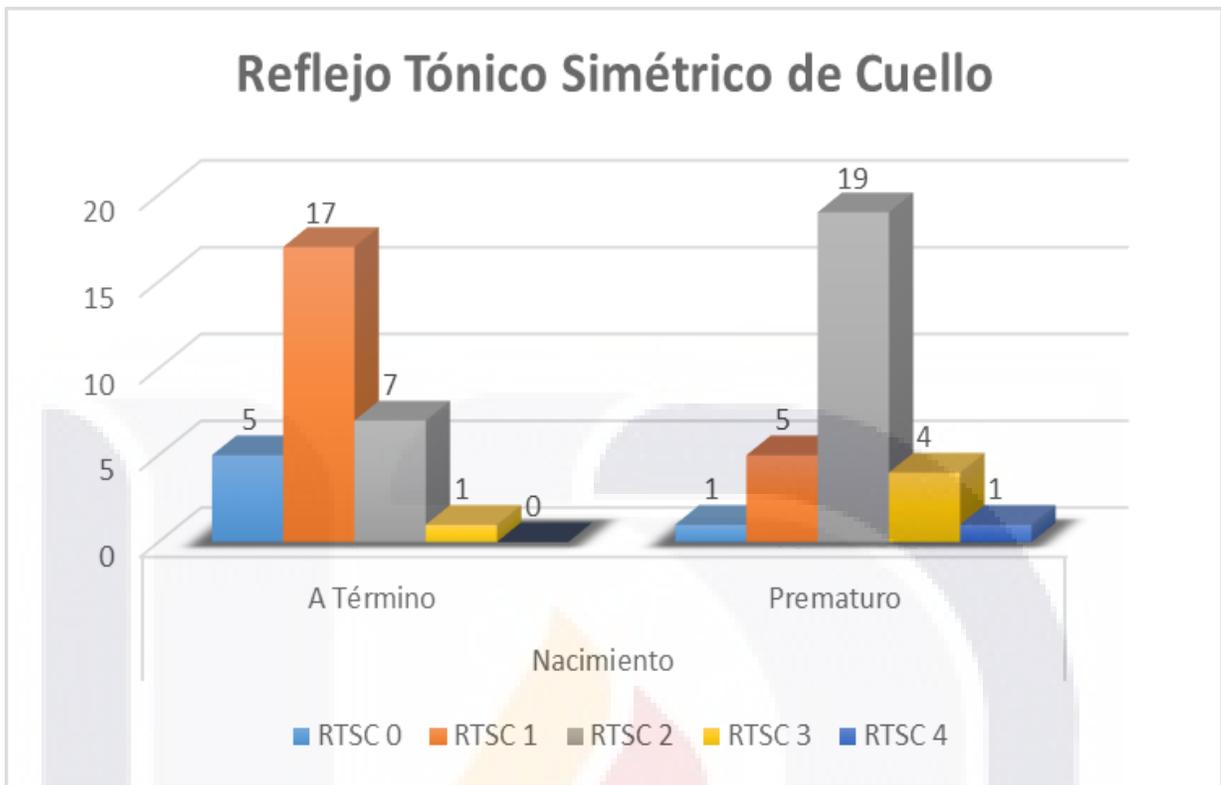
Gráfica 21. Comparación de frecuencia de casos de grados de inhibición del Reflejo de Moro, para ambos grupos.

Se muestra la comparación de frecuencias de casos para cada uno de los grado de inhibición del Reflejo de Moro, según el tipo de nacimiento en cada grupo. Observando que el grado 2y 3 son más frecuente en los nacimientos prematuros, respecto a los nacimientos a término, mientras que el grado1, fue más frecuente en los nacimientos a término respecto a los prematuros



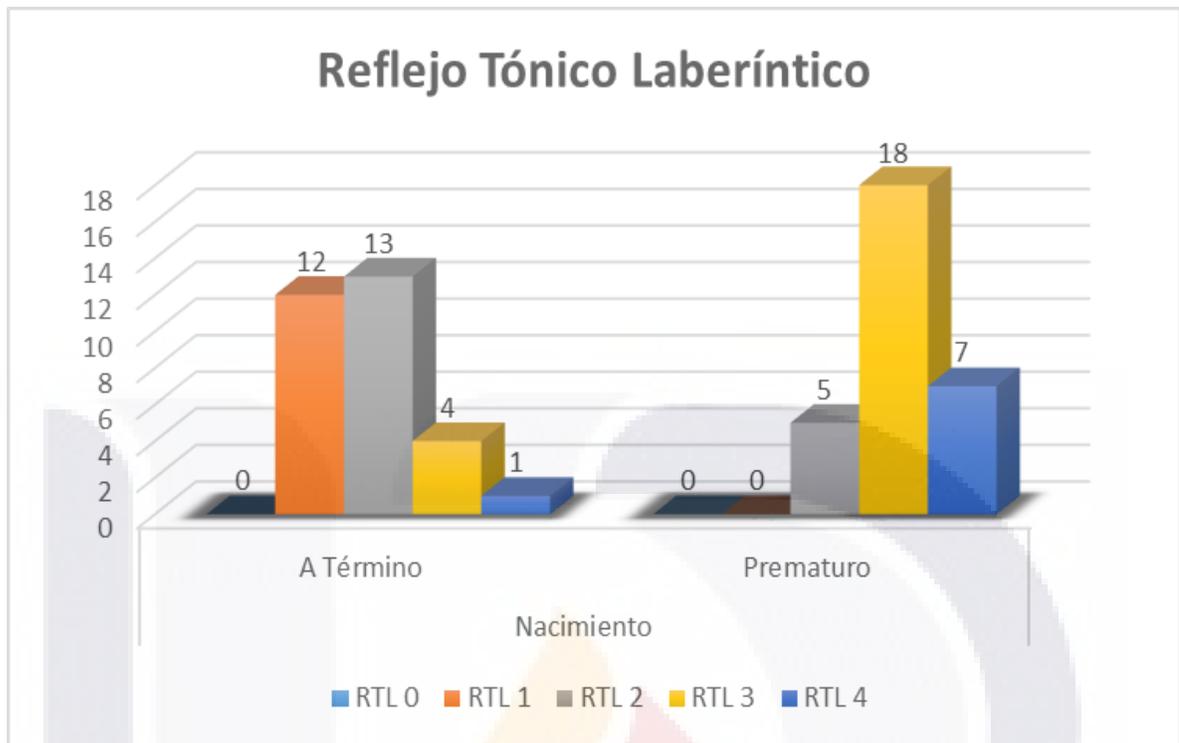
**Gráfica 22. Comparación de frecuencia de casos de grados de inhibición del Reflejo Tónico asimétrico del cuello, para ambos grupos.**

Se muestra la comparación de frecuencias de casos para cada uno de los grados de inhibición del Reflejo de Tónico Asimétrico del cuello, según el tipo de nacimiento en cada grupo. Observando que el grado 2 son más frecuente en los nacimientos prematuros, respecto a los nacimientos a término, mientras que el grado1, fué más frecuente en los nacimientos a término respecto a los prematuros.



**Gráfica 23. Comparación de frecuencia de casos de grados de inhibición del Reflejo Tónico simétrico del cuello, para ambos grupos.**

Se muestra la comparación de frecuencias de casos para cada uno de los grados de inhibición del Reflejo de Tónico Simétrico del cuello, según el tipo de nacimiento en cada grupo. Observando que el grado 2 son más frecuente en los nacimientos prematuros, respecto a los nacimientos a término, mientras que el grado1, fue más frecuente en los nacimientos a término respecto a los prematuros.



**Gráfica 24. Comparación de frecuencia de casos de grados de inhibición del Reflejo laberíntico, para ambos grupos.**

Se muestra la comparación de frecuencias de casos para cada uno de los grados de inhibición del Reflejo Tónico Laberíntico, según el tipo de nacimiento en cada grupo. Observando que el grado 3 de inhibición es más frecuente en los nacimientos prematuros, respecto a los nacimientos a término, mientras que el grado 1 y 2, fueron los más frecuente en los nacimientos a término respecto a los prematuros.

## VI. DISCUSIÓN

De los niños evaluados que tuvieron nacimiento a término la edad más frecuente fue de 37 semanas, y de los niños que nacieron de forma prematura la edad de 33, 34 y 35 semanas coincide con tener la misma frecuencia haciendo un total de 15 (50%) por lo que se considera que edad de mayor frecuencia es con carácter de: prematuros moderados (36); y 16 (53.33%) casos eran de sexo masculino.

Con relación al comportamiento refractivo se realizó un comparativo con los ojos derechos de los 2 grupos y los ojos izquierdos, y en los ojos derechos no existe diferencia significativa del diagnóstico refractivo pero en los niños que nacieron a término el Astigmatismo Hipermetrópico Compuesto, fue el más frecuente y en los niños prematuros fue el Astigmatismo Hipermetrópico Simple, pero en los ojos izquierdos el análisis estadístico mostró una diferencia significativa al realizar la comparación de frecuencias de casos de Astigmatismo Hipermetrópico Compuesto en los grupos de nacidos a término y prematuros ( $p = 0.049$ ). Siendo este más frecuente en los prematuros, y dado que en los niños nacidos a término el que destaca es el Astigmatismo mixto fue el más frecuente, también se realizó la comparación entre la frecuencia de casos de Astigmatismo Mixto, pero en este caso, No hubo diferencia significativa entre los grupos observados ( $p = 0.148$ ).

Cabe aclarar que en los 2 grupos los casos de mayor frecuencia, tienen un componente esférico positivo, tanto en Astigmatismo Hipermetrópico Simple, Astigmatismo Hipermetrópico Compuesto y en el Astigmatismo Mixto, y coincide con lo que Larsson <sup>(10)</sup> encuentra en su estudio con niños prematuros en Suecia en el año 2003, donde encuentra que la mayor prevalencia es de Hipermetropías por encima de las 3.00D y en los componentes astigmáticos de 1.00D o más.

Al respecto de los resultado del valor de la estereopsis, en el grupo de los niños que nacieron prematuramente, encontramos que a pesar de que cumplían con las variables de inclusión con respecto a condiciones asociadas, ninguno de ellos logró 40 seg de arco, 40% logró 60 segundo de arco en los prematuros, siendo la media 80seg de arco y en los nacidos a término, 26% logra 80seg de arco también en los 2 grupos y en el grupo de los prematuros el 33.3% logra solo 100 seg de arco, estos resultados coinciden relativamente con los que obtuvo, M.G. Torrioli y col., que estudio la estereopsis anormal y se encontró que estaba presente en el 47,2% de los prematuros y en el 25,3% del grupo control.

Respecto a la prueba de evaluación de la lateralidad y direccionalidad de Piaget, los resultados de los niños que nacieron a término, muestran que no hay una diferencia significativa entre los valores medios de los dos tipos de edades ( $p = 0.237$ ) y la edad real media fue de  $8.6 \pm 3.1$  años, mientras que la edad de Piaget fue de  $7.9 \pm 2.6$  años. Sin embargo, en el grupo de nacidos prematuros, si existe diferencia significativa entre los valores medios de los dos tipos de edades ( $p = 0.021$ ), es decir, en los nacidos prematuros la edad Piaget es menor que la edad real. En los niños nacidos prematuros, la edad real media fue de  $7.1 \pm 1.9$  años, mientras que la edad de Piaget fue de  $6.3 \pm 1.6$  años y concuerda con lo que dice Piaget en su teoría <sup>(53)</sup> sobre el desarrollo visuoespacial “la capacidad de abstracción empieza a ser competente entre los 11 a 12 años y hay una coincidencia con los periodos de mayor mielinización que ocurren durante ese periodo en la corteza prefrontal con el desarrollo de la etapa formal” y en un estudio con población

mexicana <sup>(57)</sup>, en donde detectan que “la memoria de trabajo visuoespacial secuencial alcanza su máximo desempeño a partir de los 12 años”.

Los resultados obtenidos, al realizar la comparación de los percentiles entre los 2 grupos en el Test de Gardner tanto de Ejecución como de Reconocimiento; el análisis estadístico mostro que no existe diferencias significativas entre los niños nacidos a término y prematuros, considerando así que la habilidad de los niños para las identificación de lateralidad y direccionalidad es muy semejante, no mostrando una deficiencia debida a la prematuridad, y ambos grupos tienen una media percentil en ambos tests dentro de los que se espera adecuado ( 25-75%).

En el TVPS-3, donde se evidencia el percentil de acuerdo al rendimiento y habilidad del niño en la prueba siendo: MEP (muy por encima del promedio), EP (por encima del promedio), PA (promedio alto), PB (promedio bajo), DP (debajo del promedio) y MDP (muy por debajo del promedio), en este estudio se observa que el grupo de los niños que nacieron a término cae en el percentil de (PE) promedio alto o ideal, que corresponde a 40-60%, pero también encontramos que el análisis estadístico, nos marca déficits significativos en los niños prematuros en la habilidad Memoria visual, de Relación visuo-espacial, de Constancia y forma, de Figura- fondo y de Cierre visual; y coincide con el estudio de Brown, T. (2008). en donde se contemplan la habilidades visuoperceptivas en conjunto y se afirma, que en adolescentes con antecedentes de prematuridad, es más probable la presencia de dificultades en tareas de percepción visual de análisis e integración. De acuerdo a algunos autores que han valorado de forma independiente las habilidades Visuoperceptuales en el área de análisis visual e integración, los resultados coinciden por la falta de desarrollo y mielinización en los niños prematuros. Esto evidencia, como lo sostienen Hung y col. (1987), que este test es válido para identificar disfunciones en las habilidades visoperceptuales en adultos y que la edad no tiene ninguna relevancia en los resultados de la prueba.

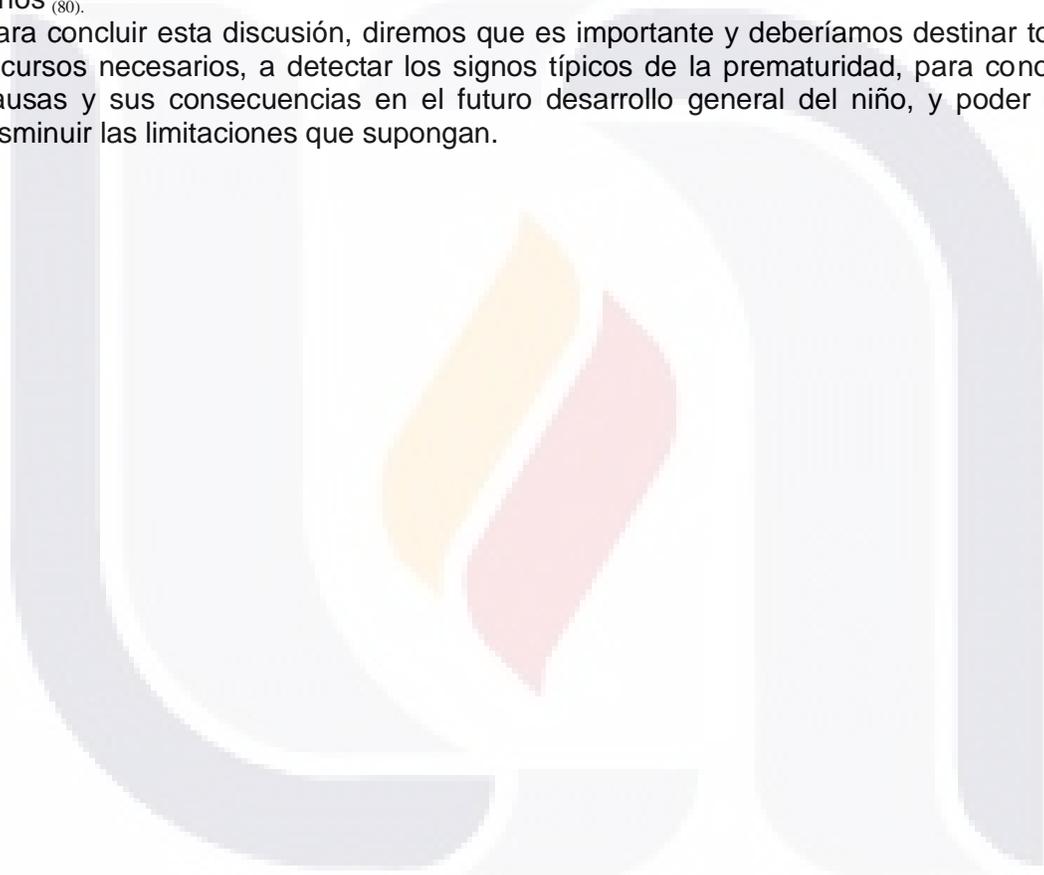
En cuanto a los resultados del Berry VMI se encuentra en el análisis estadístico que si existen diferencias significativas porque el percentil medio en los niños que nacieron a termino es mayor que el del grupo de prematuros, lo que concuerda con el estudio de Numpaque y Camacho (2010), en el cual se determinó la prevalencia de disfunciones visomotoras en niños entre diez y quince años en tres localidades de Bogotá y se encontró que el 53 % de la muestra presentaba rendimiento debajo del promedio y consideran que puede deberse al estrato socioeconómico de la población, y por lo tanto sus niveles de desarrollo, puesto que en este caso se evaluaron niños pertenecientes a estratos 1 y 2 en la ciudad de Bogotá.

La prevalencia en las disfunciones visomotoras no depende solamente del componente visual, también puede depender de aspectos neonatales o socioculturales.

En cuanto a los resultados de las evaluaciones hechas con el test de ANM-F Y ANM-R después del análisis estadístico detectamos que no existen diferencias significativas en ninguna de las 2 test y pero los resultados son buenos en el test de ANM-R ya que están ambos grupos, tanto los niños que nacieron a término como los niños que nacieron prematuros ,dan resultados dentro de percentil alto-normal ( 40-60%), y la importancia radica en que el objetivo de la prueba es medir el funcionamiento del paciente para indicar interferencia en el aprendizaje de la lectura y el lenguaje y a la capacidad para seguir instrucciones.

Finalmente la comparación de la inhibición de los Reflejos Primitivos entre los 2 grupos nos muestra que el de Moro, el TAC, el TSC y el TL en el caso de los que nacieron a término se ha inhibido y en los niños que nacieron prematuros el de Moro y el TL no se ha logrado inhibir y esto constituye un riesgo por que se ha mencionado por varios autores una asociación entre los reflejos primitivos preservados de origen vestibular y los movimientos sacádicos, pero no se ha estudiado el grado de asociación entre ellos, pero la vía vestibular tiene gran importancia en la adquisición y desarrollo de la postura y el balance, que están fundamentalmente conectados con el cerebelo y medula y con los globos oculares y áreas visuales corticales, por ello los reflejos primitivos y reacciones posturales son una herramienta temprana, sencilla y frecuentemente usada por neurólogos pediatras para evaluar la integridad del sistema nervioso central en infantes y niños <sup>(80)</sup>.

Para concluir esta discusión, diremos que es importante y deberíamos destinar todos los recursos necesarios, a detectar los signos típicos de la prematuridad, para conocer sus causas y sus consecuencias en el futuro desarrollo general del niño, y poder evitar o disminuir las limitaciones que supongan.



## CONCLUSIONES

El trabajo ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

En primer lugar, se ha comprobado en ciertos aspectos la hipótesis planteada en éste trabajo, en donde se comprueba que:

- Existen diferencias significativas entre niños con antecedente de prematuridad y nacidos a término en edad de 3 a 12 años, en varias habilidades visuoperceptivas, estereopsis y habilidades visuomotoras.
- Las habilidades que más se afectan en el grupo de niños que nacieron pretérmino, son las habilidades visuoperceptivas y más en concreto las habilidades de: Memoria visual, de Relación visuo-espacial, de Constancia y forma, de Figura-fondo y de Cierre visual.
- Los niños que nacen completando su formación gestacional tienen un mayor desarrollo de la percepción visual que los que nacen de forma prematura, esta diferencia significativa también se observa en las habilidades de la relación espacial, de análisis de la percepción visual) y en la percepción integradora con el test de Beery VMI.
- Se ha observado una superioridad en la inhibición de los Reflejos primitivos del Moro y el Tónico Laberíntico en los niños que nacieron a término sobre los que nacieron de forma prematura. Así se ha corroborado que las mejores condiciones que tienen los niños que nacen cumpliendo su tiempo gestacional porque favorece a la integración de los Reflejos primitivos en mayor medida que los que nacen prematuramente.
- Es posible que la selección de la muestra no sea representativa de la población, lo que puede dar sesgos en los resultados. A pesar de que el tamaño de la muestra es pequeño, hemos encontrado diferencias significativas, aunque, por el mismo motivo, es necesario se realicen estudios más amplios y con más cruces de información.

***“La inteligencia visual es el magno don, es la habilidad de pensar y percibir a través de imágenes físicas o representadas”***

***Platón***

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la salud. Nota descriptiva N°363, Noviembre de 2015. Nacimientos prematuros
2. Carulla, m. (2008). Ambliopía: una revisión desde el desarrollo. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular, 11, 111-119.
3. Koppitz, e. (1970). brain damage, reading ability and the bender Gestalt test. Journal of Learning Disabilities, 3, 429-433
4. Martin, N.A. (2006). Test of Visual Perceptual Skills. California: Academic Therapy Publications.

5. Merchán Price, M. S.; Henao Calderón, J. L. Influencia de la percepción visual en el aprendizaje. *Ciencia & Tecnología para la Salud Visual y Ocular* Vol. 8, No. 2 / julio - diciembre de 2010
6. Daly CJ1, Kelley GT, Krauss A., Relationship between visual-motor integration and handwriting skills of children in kindergarten: a modified replication study. *Am J Occup Ther.* 2003 Jul-Aug;57(4):459-62.
7. Beery, K. & Beery, n. A. (2006). *Berry VMI*. minneapolis: nCs Pearson, Inc
8. 59 Asamblea Mundial de la Salud, Palais des Nations. Ginebra, Suiza
9. Organización Mundial de la salud. Nota descriptiva N° 282, Agosto 2014. Ceguera y discapacidad visual. (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>)
10. Larsson, K. Eva., *Bebes prematuros necesitan controles de seguimiento de la vista*. Universidad de Uppsala, Suecia, octubre 2003.
11. Briscoe, J. Gathercole, S. E., & Marlow. N. (2001). Everyday memory and cognitive ability in children born prematurely. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42, (6), 749-754
12. Luoma L., Herrgard E., Martikainen A. & Ahonen T. (1998). Speech and language development of children born at < or = 32 weeks' gestation: a 5-year prospective follow-up study. *Dev Medicine of Child Neurology*, 40 (6), 380-7
13. Stiers, P., De Cock, P. & Vandenbussche, E. (1999). Separating visual perception and non-verbal intelligence in children with early brain injury. *Brain Development*, 21(6), 397-406
14. *Diario Oficial*, artículo 61, Ley General de Salud, 25 de enero 2003.
15. Kuan K, Tannahill D, Cooka G, Keynesa R. Somite polarity and segmental patterning of the peripheral nervous system. *Mech Dev.* 2004; 121(9): 1055-68.
16. Osório L, Teillet M, Palmeirim I, Catala M. Neural crest ontogeny during secondary neurulation: a gene expression pattern study in the chick embryo. *Int J Dev Biol.* 2009; 53: 641-8.
17. Gilbert S. *Developmental biology* [internet]. 9th ed. Sunderland (MA): Sinaue Associates [citado 2011 mar 15]. Disponible en: <http://:ae.devbio.com>
18. Creuzet S. Regulation of pre-otic brain development by the cephalic neural crest. *PNAS.* 2009; 106(37): 15774-9.
19. Sanders E, Varedi M, French A. Cell proliferation in the gastrulating chick embryo: a study using BrdU incorporation and PCNA localization. *Development.* 1993; 118(2): 389-99.
20. Stiles J, Jernigan J. The basics of brain development. *Neuropsychol Rev.* 2010; 20: 327-48.
21. Fournier-Thibault C, Blavet C, Jarov A, Bajanca F, Thorsteinsdóttir S, Duband J. Sonic hedgehog regulates integrin activity, cadherin contacts, and cell polarity to orchestrate neural tube morphogenesis. *J Neurosci.* 2009; 29(40): 12506-20.
22. Dessaud E, McMahon A, Briscoe J. Pattern formation in the vertebrate neural tube: a sonic hedgehog morphogen-regulated transcriptional network. *Development.* 2008; 135: 2489-2503

- 23.. Le Douarin N, Brito J, Creuzet S. Role of the neural crest in face and brain development. *Brain Res Rev.* 2007; 55: 237-47.
24. Marklund U, Hansson E, Sundström E, De Angelis M, Przemecck G, Lendahl U, Muhr J, Ericson J. Domainspecific control of neurogenesis achieved through patterned regulation of Notch ligand expression. *Development.* 2010; 137: 437-45.
25. Ladher R, O'Neill P, Begbie J. From shared lineage to distinct functions: the development of the inner ear and epibranchial placodes. *Development.* 2010; 137: 1777-85.
26. Park BY, Saint-Jeannet JP. Induction And Segregation Of The Vertebrate Cranial Placodes [Internet]. San Rafael (CA): Morgan & Claypool Publishers; 2010 [citado 2011 mar 15]. Disponible en; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK53175/pdf/TOC.pdf>.
27. Duque J. Crestas neurales, placodas y arcos branquiales: una revisión evolutiva y embriológica de datos básicos y recientes. *Rev Acad Colomb.* 2003; 27(103): 291-307.
28. Ezin A, Fraser S, Bronner-Fraser M. Fate map and morphogenesis of presumptive neural crest and dorsal neural tube. *Dev Biol.* 2009; 330(2): 221-3
29. Bayona F. Desarrollo embrionario del sistema nervioso central y órganos de los sentidos: revisión. *Univ Odontol.* 2012 Ene-Jun; 31(66): 125-132
30. The Information Centre. NHS Maternity Statistics, 2003-04.
31. The Information Centre. NHS Maternity Statistics, 2005-06. EURO-PERISTAT 1998-2001.
32. <http://embriologia00721.blogspot.mx/2011/11/primera-semana-embrionaria.html>  
<http://biogeocarlos.spot.mx/2009/04/sonic-hedgehog-no-solo-es-un-per>
33. <http://4.bp.blogspot.com/8Je9iCVWMy/TZImj42Bxdl/AAAAAAAAAAg/U2hKJDtML4/s1600/desarrollo+embriol%25C3%25B3gico+del+SN.JPG>
34. Di Renzo G, Roura L and the European association of perinatal medicine study on preterm birth. Guidelines for the management of spontaneous preterm labor. *J. Perinat Med.* 2006, 34;359-366.
35. Hollier LM. Preventing preterm birth: what works, what doesn't. *Obstet Gynecol Surv.* 2005 Feb;60(2):124-31.
36. INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL DELEGACIÓN VERACRUZ - NORTE HOSPITAL GENERAL DE ZONA 11
37. PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN: Prevalencia de recién nacidos pretérmino hospitalizados en unidad de Neonatos del Hospital General de Zona 11 del IMSS en el 2013
38. Servicio de Pediatría Dra. Alicia Santa Cortés González R1P Kitzia González Juárez
39. Goldenberg RL, Culhane JF, Iams JD, Romero R. Epidemiology and causes of preterm birth *Lancet.* 2008 Jan 5;371(9606):75-84.
40. López Bernal A, Hansell DJ, Cañete Soler R, Keeling JW, Turnbull AC. Prostaglandins, chorioamnionitis and preterm labour. *Br J Obstet Gynaecol.* 1987 Dec;94(12):1156-8.

41. Srinivas SK, Ma Y, Sammel MD, Chou D, McGrath C, Parry S, Elovitz MA. Placental inflammation and viral infection are implicated in second trimester pregnancy loss. *Am J Obstet Gynecol.* 2006 Sep;195(3):797-802.
42. Gibson CS, Goldwater PN, MacLennan AH, Haan EA, Priest K, Dekker GA. Fetal exposure to herpesviruses may be associated with pregnancy-induced hypertensive disorders and preterm birth in a Caucasian population. *BJOG.* 2008 Mar;115(4):492-500.
43. Gomez LM, Ma Y, Ho C, McGrath CM, Nelson DB, Parry S. Placental infection with human papillomavirus is associated with spontaneous preterm delivery. *Hum Reprod.* 2008 Mar;23(3):709-15. Epub 2008 Jan 8..
44. Changing Paternity and the Risk of Preeclampsia/Eclampsia in the Subsequent Pregnancy. De-Kun Li and Soora Wi..*American Journal of Epidemiology.* Copyright © 2000 by The Johns Hopkins University School of Hygiene and Public Health.
45. McGregor JA, French JJ, Jones W, et al. Bacterial vaginosis is associated with prematurity and vaginal fluid mucinase and sialidase: results of controlled trial of topical clindamycin cream. *Am J Obst Gynecol* 1994;170:1048-1060.
46. Vidaeff A, Ramin S: From Concept to practice: The recent History of Preterm delivery Prevention, Part II: Subclinical infection and hormonal effects. *Am J Perinatology* 2006: Vol 23 Number 2.
47. Oliver R, Lamont R: The role of cytokines in spontaneous preterm labour and preterm birth. *Progress in obstetrics and Gynecology*; 2004 16;83-106.
48. Adams KM, Eschenbach DA. The genetic contribution towards preterm delivery. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2004 Dec;9(6):445-52.
49. Li, D.K., Changing paternity and the risk of preterm delivery in the subsequent pregnancy. *Epidemiology*, 1999. 10(2): p. 148-152.
50. Instituto mexicano del seguro social delegación veracruz - norte hospital general de zona 11
51. Protocolo de investigación: Prevalencia de recién nacidos pretérmino hospitalizados en unidad de Neonatos del Hospital General de Zona 11 del IMSS en el 2013
52. Servicio de Pediatría Dra. Alicia Santa Cortés González R1P Kitzia González Juárez
53. Herreras, E. B. (2010). Función ejecutiva y desarrollo en la etapa preescolar. *Boletín de Pediatría*, 50, 272-27
54. Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological bulletin*, 121(1), 65.
55. Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-82.
56. Flores Lázaro, J. C., & Ostrosky-Solís, F. (2012). Desarrollo neuropsicológico de lóbulos frontales y funciones ejecutivas. *Manual Moderno: México.*
57. Flores-Lázaro, J. C. (2007). Desarrollo neuropsicológico de lóbulos frontales y funciones ejecutivas de 6 a 30 años. Tesis doctoral, Facultad de Psicología, UNAM. México.
58. Johnson, M. (2005). *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2nd Ed. Oxford: Blackwell Publishing
59. Paus, T. (2005). Mapping brain maturation and cognitive development during adolescence. *Trends in cognitive sciences*, 9(2), 60-68.

60. Giagazoglou, P., Kabitsis, N., Kokaridas, D., Zaragas Gheysen, F., Van Waelvelde, H., & Fias, W. (2011). Impaired visuo-motor sequence learning in developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 32(2), 749-756.
61. Roselli, M. (2011). Maduración cerebral y desarrollo cognoscitivo. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 1(1).
62. Garzia, R. (1996). *Vision and Reading*. California: mosby
63. Rincón, I. & Rodríguez, n. (2009). tamización de salud visual en población infantil: prevención de la ambliopía. *Repertorio de Medicina y Cirugía*, 18, 210-17
64. Carulla, m. (2008). Ambliopía: una revision desde el desarrollo. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 11, 111-119.
65. Beery, K. & beery, n. A. (2006). *Berry VMI*. minneapolis: nCs Pearson, Inc.
66. Rosner, J. (1999). *Optometría pediátrica*. boston: butterworths.
67. Lizzett Bedolla, Esparza Leal. *VMI Visual Motor Integration*, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de ciencias de la salud, México, Nov. 2010
68. Mendoza, J. (2011) Perception en Kreutzer, J., DeLuca, J. & Caplan, B. (Eds.) *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*. (1901-1902). New York: Publisher Springer. DOI 10.1007/978-0-387-79948-3\_2055 Online ISBN 978-0-387-79948-3
69. *Ciencia & Tecnología para la Salud Visual y Ocular Vol. 8, No. 2 / julio – diciembre de 2010*
70. Dubois, J., Dehaene-Lambertz, G., Kulikova, S., Poupon, C., Hüppi, P. S., & Hertz Pannier, L. (2014). The early development of brain white matter: A review of imaging studies in fetuses, newborns and infants. *Neuroscience*, 276, 48-71.
71. Assaiante, C. (1998). Development of locomotor balance control in healthy children. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22(4): 527-532.
72. Goddard, S. (2005). *Reflejos, aprendizaje y comportamiento. Una ventana abierta para entender la mente el comportamiento de niños y adultos*. Vida Kinesiología: Barcelona
73. *La Inhibición de los reflejos primitivos y su impacto en el éxito o fracaso en el proceso de aprendizaje escolar*. Gloria García Centro de Integración Neuropsicológica México
74. *PPP EVALUACION OCULAR PEDIATRICA 2007; Spanish translation March 2011 por Dra. Marisela Salas Vargas, MD Oftalmología Pediátrica*. Academy American Ophthalmology.
75. Gomez M. R., *Aprendizaje visomotor en niños de 4 a 12 años sanos y con trastorno psicomotor Universidad Veracruzana., Instituto de neuroetología, Febrero 2016 Xalapa,Veracruz*.
76. Allueva Martín, Sheilla. *Habilidades cognitivas visuales en niños con antecedentes de prematuridad*. Facultad de Ciencias, Zaragoza, España 2014-2015
77. Brown, T. (2008). The reliability of performance of healthy adults on three visual perception tests. *British Journal of Occupational Therapy*, 10, 438-450.
78. Hung, S., Fisher, A. y Cermak, S. (1987). The performance of learning-disabled and normal young men on the test of visual-perceptual skills. *American Journal of Occupational Therapy*, 41 (12), 790-797
79. Numpaque, M. y Camacho, M. (2010) *Diferencias significativas en el estado visomotor y visoperceptual en niños de 10 a 15 años expuestos o no expuestos a plomo y mercurio en aire en tres localidades de Bogotá*. Tesis no publicada, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia
80. Ramirez,S., Castillo, L., y Ciuffreda. K., *Correlación de los reflejos primitivos preservados con los movimientos sacádicos en niños de quinto grado con problemas de lectura*. UAA, México

## ANEXOS

- A. Instrumento de recoleccion de datos**
- B. Formato de resultados globales**
- C. Consentimiento informado**
- E. Visual perceptual skills. Tvps-3**
- F. Memoria suditiva numerica. Anm-f y anm-r**
- G. 3x3 salto alternado**
- H. Test de gardner ejecucion**
- I. Test de gardner reversion**



**ANEXOS**

**A. INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**



*L. O. Mary Carmen Bates Souza*  
**MAESTRÍA EN REHABILITACIÓN VISUAL**  
**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**  
**“COMPARACIÓN DE HABILIDADES VISUAL-PERCEPTUAL**  
**EN NIÑOS NACIDOS A TÉRMINO Y PREMATUROS”**



**DATOS GENERALES:**

<b>Nombre:</b>		
<b>Fecha de nacimiento:</b>	<b>No. semana a la que nació:</b>	<b>Edad:</b>
<b>Peso al nacer:</b>	<b>Estatura al nacer:</b>	<b>Sexo:</b>
<b>Fármacos en uso actual:</b>		
<b>Salud general:</b>		
<b>Salud visual:</b>		

**REFRACCIÓN:**

	Rx final			Av. Lejos	AV. Cerca	ppc	Aa
OD				20/	20/	cm	D
OI				20/	20/	cm	D
Dx Refractivo binocular							
Motilidad Ocular		Cover test unilateral	Cover test alternante	Estereopsis			
Ducciones		Lejos		seg de arco			
Versiones		Cerca					

**HABILIDADES VISUOPERCEPTUALES**

**HABILIDADES DE RELACION ESPACIAL**

<b>INTEGRACION BILATERAL</b>				
<b>PRUEBA</b>		<b>EDAD EQUIVALENTE</b> según desempeño		
<b>ANGELES EN LA NIEVE</b>				
<b>CIRCULOS EN EL PIZARRON</b>				
<b>LATERALIDAD Y DIRECCIONALIDAD</b>				
		<b>EDAD EQUIVALENTE</b> según desempeño		
<b>PIAGET</b>				
	<b>RAW SCORE # errores</b>		<b>PERCENTILE</b> <small>se obtiene con la fórmula de z score y su equivalencia</small>	<b>EDAD EQUIVALENTE</b> <small>según desempeño tabla correspondiente</small>
<b>GARDNER</b>	<b>EJECUCION RECONOCIMIENTO</b>			

### HABILIDADES DE ANALISIS VISUAL

Prueba		Raw score	Scaled Score	Percentile	Edad equivalente	Comentarios
TVPS	Discriminación Visual					
	Memoria visual					
	Relaciones espaciales					
	Constancia de forma					
	Memoria visual					
	Figura- fondo					
	Cierre visual					

### HABILIDADES DE INTEGRACION

Prueba		Raw score	Stand Score	Percentile	Edad equivalente	Comentarios
3X3 Salto alternado						
VMI						
Prueba de habilidades auditivas perceptuales TAPS	ANM-F					
	ANM-R					

	RAW SCORE # de aciertos	STANDARD SCORE tabla correspondiente	PERCENTILE <small>dato que se obtiene de la tabla correspondiente</small>	EDAD EQUIVALENTE <small>según desempeño tabla correspondiente</small>
<b>RELACIONES ESPACIALES (PMA)</b>				

### REFLEJOS PRIMITIVOS

REFLEJOS	0	1	2	3	4	Observaciones
<p><b>Moro</b></p> <p>0= El sujeto cae hacia atrás sin alterar la posición de los brazos</p> <p>1= Enrojecido de la piel o movimientos ligeros de los brazos o manos hacia afuera controlados rápidamente</p> <p>2= Inhabilidad para caer hacia atrás, movimiento de los brazos y manos afuera, no le gusta el procedimiento</p> <p>3= Movimiento de los brazos acompañado por "inmovilización" momentánea en esta posición, toma de aliento, enrojecido de la piel o palidez</p> <p>4= Movimiento completo de los brazos y manos hacia fuera acompañado por jadeo, inmovilidad y</p>						

posiblemente llanto. Disgusto visible o angustia						
<p><b>Tónico Asimétrico del Cuello</b></p> <p>0= No hay respuesta                  1= Pequeño movimiento de brazos en la dirección en la que se mueve la cabeza                  2= Movimiento de los brazos en la dirección de la cabeza a 45 grados                  3= Movimiento de los brazos hasta 60 grados                  4= Rotación de los brazos a 90 grados y/perdida de equilibrio como resultado de la rotación de la cabeza</p>						
<p><b>Tónico Simétrico de cuello</b></p> <p>0= No hay respuesta                  1= Temblor en uno o dos brazos o pequeño movimiento de caderas                  2= Movimiento del codo hacia cualquier lado y/o movimiento definitivo de las caderas o arqueado de la espalda                  3= Doblado de los brazos al flexionar la cabeza o movimientos de la espalda inferior al extender la cabeza                  4= Doblado de los brazos hasta el suelo, o movimiento de la parte inferior de la espalda hacia los tobillos, de manera que el sujeto esté sentado en la posición del gato</p>						
<p><b>Tónico Laberíntico</b></p> <p>0= No hay respuesta                  1= Pequeña alteración del equilibrio como resultado de la posición o movimiento de la cabeza                  2= Disturbios de equilibrio durante la prueba y/o alteración del tono muscular en la parte trasera de las rodillas                  3= Casi pérdida de equilibrio, alteración del tono muscular y/o desorientación                  4= Pérdida de equilibrio y/o alteración masiva del tono muscular al tratar de mantener el equilibrio. Acompañado de mareo o náusea.</p>						

**B. FORMATO DE RESULTADOS GLOBALES**

**FORMATO DE RESULTADOS GLOBALES**

NOMBRE DEL PACIENTE:

Edad:

GENERO:

		POBRE	ABAJO DE LO NORMAL	LIGERAMENTE ABAJO DE LO NORMAL	NORMAL	LIGERAMENTE ARRIBA DE LO NORMAL	ARRIBA DE LO NORMAL	SUPERIOR
Visión espacial	REVERSIONES GARDNER							
	RELACION ESPACIAL PMA							
Análisis Visual	TVPS							
	VOT							
Integración visual	SCSIT							
	VELOCIDAD PERCEPTUAL PMA							
	TACHITOSCOPIO							
	VISUAL SPAN							
	MOVIMIENTO DE MANOS							
	SECUENCIA DE DISEÑOS							
	SALTO ALTERNADO 3X3							
Integración visual	VMI							
	TAPS ANM-F ANM-R							
	<b>PORCENTAJE</b>	1-8%		25-39%	40-60%	61-83%	84-92%	93-99.9%

## C. CONSENTIMIENTO INFORMADO

# Comparación de habilidades visual-perceptual en niños nacidos a término y prematuros

## Consentimiento informado

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:** Lic. Opt Mary Carmen Bates Souza

**TUTOR:** MCO. Sergio Ramirez Gonzalez

### SEDES:

Clínica de Optometría de la Universidad Nacional Autónoma de México,  
Ave de los Barrios s/n, Los Reyes Iztalaca, Edo de Mexico, Tel 56231346

Consultorio Particular, Matias Romero num. 413 Col. Del Valle Tel  
55246505

### INTRODUCCION

Se trata de un estudio clínico, en el que se realizara la evaluacón de niños de 6 a 12 años de edad, dentro de la evaluacón se llevara a cabo en 2 etapas:

La 1ª. es la identificacón del estado de refraccón, de la binocularidad del niño y de la salud ocular

La 2ª es la evaluacón del estado visuo perceptual y audio perceptual del niño.

Las 2 etapas se realizarán en 2 sesiones de aproximadamente 2 hrs cada una.

La participacón en este estudio es totalmente voluntaria y puede decidir si el niño continua con su participacón hasta el final o no. Para decidir si desea o no ser parte de esta investigacón, los riesgos y los beneficios posibles del estudio se describen en este formulario para que usted pueda tomar una decisi3n informada. Este proceso se conoce como consentimiento informado.

El investigador principal del estudio respondera a cualquier pregunta que usted tenga acerca de este estudio.

**Despu3s de leer el formulario de consentimiento informado, si desea participar, se le pedirá que firme este formulario. Se le entregará una copia firmada de su formulario de consentimiento para que lo lleve a casa.**

### ¿CUAL ES EL PROPOSITO DE ESTE ESTUDIO?

La raz3n por la que su hijo(a) ha sido invitado a este estudio es porque queremos llevar a cabo una la evaluacón visual, visuoperceptual y audio-perceptual en niños sanos que tuvieron un desarrollo completo durante la gestacón y compararlo con los niños sanos que tuvieron un nacimiento prematuro, y al mismo tiempo en caso de detectar anomalías llevar a cab una intervenci3n para mejorar estos 3 estados de su salud visual.

### **¿POR QUÉ HE SIDO ELEGIDO?**

Los niños que son invitados en este estudio serán seleccionados por ser sanos y tener la edad entre 6 y 12 años y que tengan la condición haber nacido entre las 30 y 42 semanas de gestación

El niño no será incluido en este estudio si durante la 1ª parte de la evaluación se detecta:

- Daño cerebral
- Anomalías congénitas
- Enfermedad metabólica distrofica
- Estrabismo
- Ambliopia
- Problemas patológicos en el segmento anterior o posterior de sus ojos

### **¿CUÁLES SON LOS POSIBLES BENEFICIOS DE PARTICIPAR EN EL ESTUDIO?**

El niño obtendrá una identificación oportuna del estado de

- Refracción
- Binocularidad
- Visuo-Perceptual
- Audio-Perceptual

Y en caso de ser identificada un problema de esta índole se le indicará el tratamiento y manejo o terapia que deberá seguir, la misma que puede ser llevada a cabo en las sedes indicadas.

### **¿HABRÁ ALGÚN COSTO ?**

No hay ningún costo para usted como padre o tutor y mucho menos para el niño

### **¿HABRÁ UNA COMPENSACION ECONOMICA? No.**

### **¿SERA CONFIDENCIAL LA INFORMACIÓN QUE YO PROPORCIONE EN ESTE ESTUDIO?**

La información que se recopila del niño en el transcurso de este estudio se mantendrá estrictamente confidencial, excepto en caso de que la información sea requerida por la ley.

Aclarando que al firmar este formulario, usted está autorizando el acceso a sus registros que se hagan dentro del estudio

Usted tiene el derecho de revisar el historial clínico del niño(a) y solicitar cambios en la información si la información no es correcta o no le parece clara.

La Participación en este estudio es totalmente voluntaria; si usted como padre o tutor decide que el niño no participará más en este estudio, no habrá sanción o pérdida de beneficios.

Usted puede poner fin a su participación en este estudio en cualquier momento sin ningún tipo de penalización o la pérdida de beneficios a los que usted tiene acceso.

Se le dará una copia de este Formulario de Consentimiento Informado y la autorización para utilizar y revelar su información médica.

**D. FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.**

Número de expediente o de identificación del participante este estudio:

\_\_\_\_\_

**FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**Después de leer detenidamente lea y marque con una X las opciones:**

1. Confirmando que he leído la descripción del estudio y estoy de acuerdo

\_\_\_\_\_

2. Después de leerlo hice preguntas y me fueron contestadas Satisfactoriamente

\_\_\_\_\_

3. Mi participación en este estudio es voluntaria y puedo retirarme en cualquier momento, sin dar ninguna razón

\_\_\_\_\_

4. Las secciones de cualquiera de mi información clínica pueden ser examinadas por las personas responsables del estudio, o por autoridades reguladoras del estudio.

\_\_\_\_\_

5. Permito a los investigadores involucrados en el estudio a tener acceso a mis registros clínicos

\_\_\_\_\_

6. Si estoy de acuerdo en participar en el estudio.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre del Participante

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Investigador Principal

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Fecha

**E. VISUAL PERCEPTUAL SKILLS. TVPS-3**

**F. MEMORIA SUDITIVA NUMERICA. ANM-F Y ANM-R**

**G. 3X3 SALTO ALTERNADO**

**H. TEST DE GARDNER EJECUCION**

**I. TEST DE GARDNER REVERSION**



## VISUAL PERCEPTUAL SKILLS 3RD EDITION

Name: \_\_\_\_\_ Gender: \_\_\_\_\_ Grade: \_\_\_\_\_  
 School: \_\_\_\_\_ Examiner: \_\_\_\_\_  
 Reason for Testing: \_\_\_\_\_  
 Date of Test:      year      month      day  
 Date of Birth:      year      month      day  
 Chronological Age:      year      month      day\*

Student has known (diagnosed) attention problems?  Y  N

Student has known (diagnosed) visual problems?  Y  N

*\*Do not round months up by one if days exceed 15*

Subtests	Subtest Scores			Index Scores			
	Raw Score	Scaled Score	Percentile Rank	Overall	Basic Processes	Sequencing	Complex Processes
1. Visual Discrimination (DIS)							
2. Visual Memory (MEM)							
3. Spatial Relations (SPA)							
4. Form Constancy (CON)							
5. Sequential Memory (SEQ)							
6. Figure Ground (FGR)							
7. Visual Closure (CLO)							
	Sum of Scaled Scores						
	Standard Scores						
	Percentile Rank						
				Overall	Basic	Sequencing	Complex

%ile Rank	Scaled Score	SUBTEST SCALED SCORES							INDEX AND OVERALL SCORES				Standard Score	%ile Rank
		DIS	MEM	SPA	CON	SEQ	FGR	CLO	OVERALL	BASIC	SEQUEN.	COMPLEX		
>99	19												145	>99
>99	18												140	>99
99	17												135	99
98	16												130	98
95	15												125	95
91	14												120	91
84	13												115	84
75	12												110	75
63	11												105	63
50	10												100	50
37	9												95	37
25	8												90	25
16	7												85	16
9	6												80	9
5	5												75	5
2	4												70	2
1	3												65	1
<1	2												60	<1
<1	1												55	<1

Academic Therapy Publications, 20 Commercial Blvd., Novato, CA • 94949 800 422-7249 • FAX 888 267-9875 • www.AcademicTherapy.com • Reorder No. 8412-5  
 © 2006 by Academic Therapy Publications. All rights reserved. Do not photocopy or otherwise duplicate this record form. (2)

### MEMORIA AUDITIVA NUMÉRICA

Ejemplo: 3 - 1, 4 - 2

Digitos hacia adelante.

<input type="text"/>	6-4	<input type="text"/>
	2-5	
	3-1-6	
	7-4-9	
	6-9-5-7	
	3-6-9-12	
	8-3-9-4-6	
	5-1-7-3-9	
	4-2-5-1-8-7	
	5-8-4-9-3-6	
	1-5-3-8-4-9-7	
	9-4-2-7-3-1-6	
	9-3-7-5-1-6-8-4	
	2-6-4-8-3-2-1-5	

Total hacia adelante  
Puntaje Máximo 70 puntos

Ejemplo: 2 - 3, 7 - 1

Digitos invertidos.

	5-3
	4-2
	3-1-5
	8-9-2
	9-2-6-4
	1-8-6-3
	7-9-6-2-5
	3-5-8-4-1
	2-8-3-1-6-9
	8-6-1-9-4-7
	6-4-8-2-9-3-1
	3-7-4-9-6-2-8

Total invertidos  
Puntaje máximo 54

### 3X3 SALTO ALTERNADO

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

#### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

EDAD	DESEMPEÑO	RESULTADOS
3	No es posible brincar en un pie	
4	Puede saltar en un pie pero únicamente de una a tres veces	
5	Puede saltar en un pie y otro pero debe hacer un alto para ir de un pie a otro.	
6	Puede saltar de un lado a otro con una pausa	
7	Puede hacer uno o dos ciclos de 3x3 alternados con una ligera pausa y puede ir de un lado a otro.	
8	Puede realizar la prueba de saltar alternadamente por tres o más ciclos sin una pausa.	

Nombre de la prueba	PRUEBA DE REVERSIONES DE GARDNER GARDNER REVERSAL FREQUENCY TEST
Autor	Richard A. Gardner
Edad	5 a 14 años 11 meses
Objetivo	Evaluar la habilidad de lateralidad y direccionalidad
Descripción	<p>La prueba consta de unas hojas en las cuales el paciente deberá escribir unos números y letras y deberá identificar entre pares de números o letras, cual es la que está escrita de manera incorrecta. Se divide en dos partes:</p> <p>A. <b>Subtest de Ejecución:</b> Evaluar la habilidad del paciente para escribir números y letras minúsculas que le son dictadas.</p> <p>B. <b>Subtest de Reconocimiento:</b> Evaluar la habilidad de decidir cuál número o letra está escrito de manera incorrecta al presentarse solo o con otros.</p>
Instrucciones	<p>El paciente sentado en donde no pueda observar libros o algún objeto que puede proporcionar información de cómo se escriben las letras o números correctamente.</p> <p>Se le proporciona un lápiz, una hoja de trabajo y un borrador ya que puede borrar si hay un error.</p> <p>El examinador le indica que la prueba es para conocer que tan bien escribe letras y números en unas líneas.</p>
Técnica	<p><b>A. SUBTEST DE EJECUCIÓN</b></p> <p>El examinador solicita al paciente que escriba los siguientes números:</p> <p><b>5 2 6 3 9 4 7</b></p> <p>El examinador solicita al paciente que escriba las siguientes letras minúsculas</p> <p><b>h c q f j b k s r d y p t z g a e</b></p>

