



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CONDUCTA**

**MADURACIÓN CEREBRAL Y RENDIMIENTO ACADEMICO  
EN ALUMNOS DE UNA PRIMARIA PUBLICA.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO  
DE LICENCIADO EN PSICOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**JUANA MANJARREZ GUTIERREZ.**

**No. de Cta. 8424291**

**ASESOR:**

**Mtro.: JOSE LUIS GAMA VILCHIS**



**TOLUCA, MEXICO, OCTUBRE DE 2014.**

## **Dedicatorias.**

**A mis Padres: Engracia Gutiérrez Vázquez y Roque Manjarrez González, por el amor y cuidado que me dieron, por los valores que me enseñaron y por permitirme amarlos siempre.**

**A mi esposo: Víctor Manuel Cuadriello Lara, por las vivencias compartidas, por su disposición para ser un gran pilar en nuestro hogar y porque lo amo.**

**A mi hija: Ilse Daniela Cuadriello Manjarrez por acompañarme en la vida, por ser mi hija, porque la amo y siempre la amaré.**

**A mis hermanos: Víctor, Feli, Maty, Blanquita, Mele, Cathy, Maru y Lety por todo lo compartido y porque los amo.**

**A mis queridos sobrinos y sobrinos nietos con mucho cariño y respeto.**

## **Agradecimientos.**

**A los maestros que participaron en mi formación integral.**

**A la Dra. Elizabeth Zanatta Colín y a la Mtra. Claudia A. Sánchez Calderón por su valiosa guía en la elaboración de la tesis.**

**Al Mtro. José Luis Gama Vilchis por su perseverancia en el trabajo y por sus atinadas sugerencias.**



**Universidad Autónoma del Estado de México**  
**UAEM Facultad de Ciencias de la Conducta**  
**Departamento de Titulación**



Toluca, México; a 5 de junio de 2012.

**MTRA. IRMA ISABEL ORTIZ VALDEZ.**  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**  
**PRESENTE.**

Habiendo concluido la revisión del PROYECTO del trabajo escrito intitulado:

**MADURACION CEREBRAL Y RENDIMIENTO ACADEMICO EN ALUMNOS DE UNA PRIMARIA PÚBLICA.**

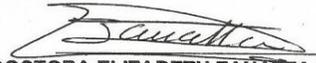
Que para obtener el: Título de Licenciado en Psicología.

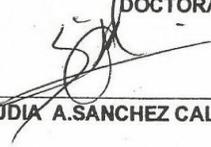
Presenta: Juana Manjarrez Gutiérrez.

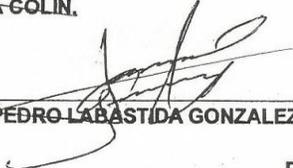
Con número de cuenta: 8424291

Nos es grato comunicarle que dicho Proyecto cumple con las características y condiciones necesarias para su APROBACIÓN.

**ATENTAMENTE**  
**COMISIÓN REVISORA**

  
**DOCTORA ELIZABETH ZANATTA GOLIN.**

  
**MTRA. CLAUDIA A. SANCHEZ CALDERON.**

  
**MTRO. PEDRO LABASTIDA GONZALEZ.**

P6



## VOTO APROBATORIO

Toda vez que el trabajo de evaluación profesional, ha cumplido con los requisitos normativos y metodológicos, para continuar con los trámites correspondientes que sustentan la evaluación profesional, de acuerdo con los siguientes datos:

Nombre del pasante	JUANA MANJARREZ GUTIERREZ		
Licenciatura	PSICOLOGÍA	N° de cuenta	8424291
Opción	TESIS	Folio de Seguimiento de Egresados SISE	
Nombre del Trabajo para Evaluación Profesional	MADURACIÓN CEREBRAL Y RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ALUMNOS DE UNA PRIMARIA PUBLICA		

	NOMBRE	FIRMA DE VOTO APROBATORIO	FECHA
ASESOR	MTRO. JOSE LUIS GAMA VILCHIS		13/12/13

	NOMBRE	FIRMA Y FECHA DE RECEPCIÓN DE NOMBRAMIENTO	FIRMA Y FECHA DE ENTREGA DE OBSERVACIONES	FIRMA Y FECHA DEL VOTO APROBATORIO
REVISOR	DRA. CLAUDIA ANGELICA SANCHEZ CALDERON	 10/01/14	 06/02/14	 17/10/14
REVISOR	DRA. MARTHA ELIZABETH ZANATTA COLIN	 10/01/2014	 31/03/14	 17/10/14

Derivado de lo anterior, se le **AUTORIZA LA REPRODUCCIÓN DEL TRABAJO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL** de acuerdo con las especificaciones del **anexo 8.7** "Requisitos para la presentación del examen de evaluación profesional".

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ÁREA DE EVALUACIÓN PROFESIONAL	DRA. GUADALUPE MIRANDA BERNAL		21/01/2014





**8.11 Carta de Cesión de Derechos de Autor: Evaluación Profesional**

Facultad de Ciencias de la Conducta  
Subdirección Académica  
Departamento de Evaluación Profesional



Versión Vigente No. 00

Fecha: 22/05/2014

**CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

La que suscribe Juana Manjarrez Gutiérrez, autora del trabajo escrito de evaluación profesional en la opción de tesis con el título Maduración cerebral y rendimiento académico en alumnos de una primaria pública, por medio de la presente con fundamento en lo dispuesto en los artículos 5, 18, 24, 25, 27, 30, 32 y 148 de la Ley Federal de Derechos de Autor, así como los artículos 35 y 36 fracción II de la Ley de la Universidad Autónoma del Estado de México; manifiesto mi autoría y originalidad de la obra mencionada que se presentó en la Facultad de Ciencias de la Conducta para ser evaluada con el fin de obtener el Título Profesional de Licenciado en Psicología.

Así mismo expreso mi conformidad de ceder los derechos de reproducción, difusión y circulación de esta obra, en forma NO EXCLUSIVA, a la Universidad Autónoma del Estado de México; se podrá realizar a nivel nacional e internacional, de manera parcial o total a través de cualquier medio de información que sea susceptible para ello, en una o varias ocasiones, así como en cualquier soporte documental, todo ello siempre y cuando sus fines sean académicos, humanísticos, tecnológicos, históricos, artísticos, sociales, científicos u otra manifestación de la cultura.

Entendiendo que dicha cesión no genera obligación alguna para la Universidad Autónoma del Estado de México y que podrá o no ejercer los derechos cedidos.

Por lo que el autor da su consentimiento para la publicación de su trabajo escrito de evaluación profesional.

Se firma la presente en la ciudad de Toluca, a los 24 días del mes de octubre de 2014.

Juana Manjarrez Gutiérrez.

Nombre y firma de conformidad.

## Índice.

I Resumen.....	9
II Presentación.....	10
III Introducción.....	12
IV Marco Teórico.	
Capítulo 1 Neurociencia cognitiva.....	15
1.1 Mecanismo neural de la memoria y el aprendizaje.....	15
1.2 Lenguaje y cognición.....	22
Capítulo 2 Rendimiento Académico.....	30
2.1 Conceptos.....	30
2.2 Factores que determinan el rendimiento académico.....	31
Capítulo 3 Evolución y desarrollo del sistema nervioso.....	43
3.1 Evolución del cerebro y la conducta.....	43
3.2 Desarrollo del cerebro y la conducta.....	50
3.3 Maduración cerebral.....	59
V Método.	
5.1 Objetivo general de estudio.....	67
5.2 Objetivo específico.....	67
5.3 Planteamiento del problema.....	67

5.4 Hipótesis.....	69
5.5 Tipo de estudio .....	69
5.6 Definición de variables.....	70
5.7 Universo de estudio.....	71
5.8 Muestra.....	71
5.9 Selección del instrumento.....	72
5.10 Diseño de la investigación .....	73
5.11 Captura de la información.....	74
5.12 Procesamiento de la información.....	75
VI Presentación de resultados.....	78
VII Conclusiones.....	94
VIII Sugerencias.....	97
IX Bibliografía.....	99

## Resumen.

La presente investigación tuvo como objetivo relacionar la maduración cerebral con el rendimiento académico de un grupo de alumnos de tercer grado de primaria de una escuela pública estatal, para lo cual se les aplicó el test Guestáltico Viso-motor de Lauretta Bender y se obtuvieron sus promedios de los tres primeros bimestres del ciclo escolar.

El tipo de estudio fue de campo y de prueba de hipótesis, se trabajó con 96 alumnos pertenecientes a dicha escuela del turno matutino, la muestra estuvo integrada por 54 hombres y 42 mujeres, cuyas edades oscilaban entre 8.1 y 10.7 años.

Se calificaron todas las pruebas para obtener el puntaje directo de los alumnos, los cuales se concentraron en SPSS de excel, con los promedios bimestrales para realizar el análisis de la prueba de hipótesis mediante el uso estadístico "r" de Pearson.

Los resultados indicaron que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula, lo cual indica que si existe correlación estadísticamente significativa entre la maduración cerebral y el rendimiento académico de hombres y mujeres de la muestra. También se obtuvieron los porcentajes de los niveles maduracionales de hombres y mujeres y en ambos predominó la maduración cerebral inadecuada.

Con los resultados se pudo concluir que efectivamente influye la maduración cerebral en el rendimiento académico de los alumnos que participaron en la investigación, o sea que a mayor maduración cerebral, mayor rendimiento académico y viceversa.

## **Presentación.**

Cuando se estudia el comportamiento de los niños, ya sea médica, psicológica o pedagógicamente, es interesante observar los cambios que se suceden en sus funciones nerviosas a diferentes niveles de integración, los que se llevan a cabo de acuerdo con su edad cronológica. En relación con dichos cambios, se pueden utilizar los términos “maduración” o “desarrollo”. (Nieto, 1987)

La maduración del sistema nervioso influye en la interacción social y en el rendimiento académico de los niños, el cual se refleja en calificaciones escolares.

La presente investigación tuvo como objetivo conocer la relación que existe entre maduración cerebral y rendimiento académico en un grupo de alumnos de tercer grado de primaria de una escuela pública con el puntaje más bajo de su zona escolar en la ENLACE, durante varios ciclos escolares, establecida en la localidad Lázaro Cárdenas del Municipio de Metepec, México, perteneciente a la zona 124-P del sistema educativo estatal.

Se utilizó el Test giestáltico visomotor (B.G.) de Lauretta Bender, que determina el nivel de maduración cerebral de los niños ya que “la función giestáltica visomotora es una función fundamental que está asociada con la capacidad del lenguaje y con diversas funciones de la inteligencia (percepción visual, habilidad motora manual, memoria, conceptos temporales y espaciales y capacidad de organización o representación); de ahí que, “midiendo en el alumno el nivel de maduración de la función giestáltica visomotora por la copia de las figuras giestálticas, se pueda establecer su nivel de maduración cerebral”. (Bender, 2011) Con ésta prueba se obtuvo el puntaje directo, y el nivel de maduración cerebral.

El rendimiento académico se midió con el promedio de las 3 primeras evaluaciones bimestrales que los alumnos tenían en su boleta, pues los maestros consideran, los conocimientos, los valores y las actitudes de los mismos para dar una calificación.

Se concentraron los resultados y se aplicó la “r de Pearson”, la cual reportó una correlación significativa, a mayor maduración cerebral, mayor rendimiento académico. Quedando aprobada la hipótesis planteada y el objetivo general logrado.

En la presente investigación se integraron los siguientes capítulos:

Capítulo I: Neurociencia cognitiva. Aquí se comentan algunos estudios científicos que han explicado los mecanismos biológicos subyacentes a la cognición.

Capítulo II: Rendimiento académico. En el cual se presentan algunos conceptos de rendimiento académico y los factores que pueden determinarlo.

Capítulo III: Evolución y desarrollo del sistema nervioso. En el que se comenta la evolución y el desarrollo del sistema nervioso, para entender mejor el desarrollo actual del cerebro humano. También se incluye la maduración cerebral, pues está influida por el desarrollo.

En el apartado V: Método. Se describe el método que se siguió para llevar a cabo la investigación.

En el apartado VI: Resultados. Se presentan los resultados obtenidos en la investigación, a través de gráficas y cuadros.

En el apartado VII: Conclusiones. Se presentan las conclusiones de la investigación, surgidas del análisis de los resultados y se presenta una discusión de las mismas.

En el apartado VIII: Sugerencias. Se proponen algunas sugerencias para continuar la investigación en otras poblaciones y apoyar el desarrollo cerebral de los alumnos de la muestra.

En el apartado IX: Bibliografía. Al final del trabajo se presenta la bibliografía utilizada en la investigación

## Introducción.

Dentro de los contextos educativos ha existido un interés permanente por comprender los factores cognitivos y comportamentales que favorecen o dificultan el desempeño de los estudiantes en sus labores académicas y cómo éste se relaciona con su desarrollo integral.

La idea para la realización de la presente investigación surgió a partir del análisis de los resultados de la Evaluación Nacional de Logro Académico en centros Escolares de la zona escolar 124-P, desde el 2006, detectando que siempre era la misma escuela la del último lugar, con altos porcentajes de alumnos en el nivel de insuficiente.

Considerando que “existen diversas escuelas psicológicas que han propuesto marcos explicativos para el desarrollo cognitivo del niño y algunas de ellas buscan relacionar el desarrollo de la cognición (atención, memoria, aprendizaje, percepción, lenguaje y capacidad para solucionar problemas), con la maduración cerebral”. (Roselli, 2010) Muchos autores concuerdan en la necesidad de relacionar la maduración e integridad de las funciones básicas, con un desempeño escolar eficiente en los primeros años de vida, asegurando que “los niños aprenden normalmente cuando ciertas integridades básicas están presentes”. (Condemarín, 1975)

Téllez, por ejemplo, menciona que: “el desarrollo psicológico de los niños está ligado de manera inseparable al desarrollo del sistema nervioso, y que a medida que el cerebro va alcanzando niveles madurativos cada vez más altos, los procesos psicológicos van alcanzando una mayor complejidad”. (Téllez, 2002)

Alfredo Padilla López, también comenta que la maduración cerebral es “una Serie de eventos organizados y correlacionados con la neuroanatomía, la bioquímica, la actividad conductual y los demás procesos inherentes a la actividad nerviosa, que implican cambios funcionales cada vez más complejos”. (Padilla, 2008) Esto hizo más atractivo el tema de investigación.

Considerando que “el rendimiento académico es el grado de éxito o fracaso académico, fijado en función del logro de las metas académicas, en términos de objetivos de aprendizaje alcanzados, de calificaciones obtenidas individualmente o en grupo, y de la

relación entre habilidades psicológicas y calificaciones logradas". (Galán, 1998) se ideó establecer una correlación, para saber si influía la maduración cerebral en el rendimiento académico.

El objetivo general fue relacionar la maduración cerebral con el rendimiento académico de un grupo de alumnos de tercer grado de primaria de una escuela pública estatal, el cuál guio las actividades para lograrlo. Con la presente investigación, no se pretende dar un conocimiento total del tema dada su complejidad y amplitud, pero sí, ser un eslabón de diferentes estudios relativos al tema.

# Marco teórico.

## **Capítulo 1 Neurociencia cognitiva.**

La Neurociencia cognitiva es un área académica que se ocupa del estudio científico de los mecanismos biológicos subyacentes a la cognición, con un enfoque específico en los sustratos neurales de los procesos mentales y sus manifestaciones conductuales. Se pregunta acerca de cómo las funciones psicológicas y cognitivas son producidas por el circuito neural.

Estudios clínicos en psicopatología en pacientes con déficit cognitivos, constituye un aspecto importante de la neurociencia cognitiva. Las principales aproximaciones teóricas son la neurociencia computacional y las más tradicionales y descriptivas teorías psicocognitivas, como por ejemplo la psicometría. (Roselli, 2011)

Los mecanismos o circuitos neurales se han demostrado actualmente con la ayuda de los estudios electrofisiológicos que existen. Es importante conocerlos para orientar positivamente esos mecanismos, siempre en beneficio de los humanos. Por ello en los siguientes incisos se comentan.

### **1.1 Mecanismo neural de la memoria y el aprendizaje.**

“La memoria es la capacidad para registrar, almacenar y colocar en nuestra psique los acontecimientos que experimentamos teóricamente o vivencialmente para recordarlos después (Uriarte, 1997). Gracias a ella podemos utilizar un acervo de experiencias pasadas frente a nuevas circunstancias. Es importante tener en cuenta que la función mnémica está involucrada en casi todas las actividades mentales, ya que es indispensable para su ejecución. Como es lógico, para que los acontecimientos puedan registrarse adecuadamente, es indispensable un estado claro de conciencia, concentración y comprensión o sea con buena capacidad para aprender. (Uriarte, 1997)

El aprendizaje es un proceso que desemboca en una nueva modalidad funcional del organismo. Esta nueva modalidad funcional, a su vez, se expresa como un comportamiento que difiere en alguna medida del que era característico de la etapa anterior al proceso de aprendizaje. Cualquiera que sea el proceso de aprendizaje

que se considere, su resultado es una reorganización de la conducta. “Es indudable que el proceso del aprendizaje se pone en marcha por la incidencia de ciertos estímulos que en forma mediata o en forma directa, representan una presión del ambiente que rodea al organismo que aprende”. (Uriarte, 1997)

Con éstas consideraciones será posible presentar algunas definiciones de aprendizaje necesarias para entender la relación memoria-aprendizaje.

“Aprendizaje es un proceso que determina una modificación del comportamiento de carácter adaptativo, siempre que la modificación de las condiciones del ambiente que lo determinaron sean suficientemente estables.” (Azcoaga, 1997)

Sin la capacidad de modificar la conducta, los humanos, tal vez, habríamos desaparecido de nuestro planeta.

Téllez, define el aprendizaje como “la capacidad de establecer cambios en nuestra conducta” (Téllez, 2002). Comenta que es posible gracias a la plasticidad cerebral, por la cual, no tenemos que esperar por miles de años los cambios evolutivos para adaptarnos al ambiente y sobrevivir. El aprendizaje ha constituido la base principal de la sobrevivencia de muchas especies, incluyendo la humana.

Se pueden incluir distintas características dentro de una definición de aprendizaje:

- a) El aprendizaje implica un cambio en la conducta del organismo.
- b) Estos cambios conductuales se basan en la experiencia.
- c) Este proceso involucra la adquisición de la información del ambiente.
- d) Todo aprendizaje conlleva un cambio funcional, estructural o de ambos tipos (sináptico, bioquímico, estructural, etc.). Es decir involucra plasticidad cerebral.

Por las características de la información, el modo en que se almacena o se aprende y la forma en que se recupera, el aprendizaje se ha dividido en dos tipos:

- A) Aprendizaje de procedimiento o implícito (no consciente).
- B) Aprendizaje declarativo o explícito (consciente).

“El aprendizaje de procedimiento incluye el aprendizaje de todos aquellos pasos necesarios para la realización de una acción en la búsqueda de algún objetivo. El aprendizaje de procedimiento está relacionado con la capacidad de realizar una tarea motora automática, como son los hábitos. Este aprendizaje implica la asociación de estímulos secuenciales y permite el almacenamiento de información, como las relaciones predictivas entre eventos”. (Téllez, 2002)

Dentro del aprendizaje declarativo se encuentra la información que se ha adquirido en forma consciente y es mediado por el lenguaje; es decir, “información que literalmente podemos declarar”. (Téllez, 2002)

Ambos aprendizajes, propiciarán cambios conductuales en los participantes e inevitablemente mecanismos neurales.

Pero ¿cuáles son los mecanismos neurales del aprendizaje?

“Al examinar los mecanismos neurales del aprendizaje y la memoria se debe procurar no generalizar en exceso. Aún faltan investigaciones escrupulosas para determinar qué mecanismos pueden ser comunes a diferentes tipos de aprendizaje y cuáles son específicos de formas concretas de él”. (Rosenzweig, 2001)

Se han realizado un gran número de investigaciones con el fin de obtener datos que indiquen cómo se efectúa el aprendizaje a nivel neuronal, qué cambios existen en el cerebro con la experiencia y que sustancias se encuentran implicadas en esta función. Los investigadores han trabajado con diversos organismos y sistemas con esta finalidad, reportando hallazgos como los siguientes:

- Cambios cerebrales relacionados con el aprendizaje.

Rosenzweig y cols., en 1961 y 1962 (Rosenzweig y Leiman, 1992), reportan un estudio realizado con ratas para observar los cambios cerebrales que ocurrían después del aprendizaje de la solución de problemas. Descubrieron que la mera experiencia de ser entrenados y explorados causaba cambios en el nivel de actividad de la acetilcolinesterasa (AChE), una enzima involucrada en el desarrollo de nuevos aprendizaje y en el tamaño de su cerebro. (Téllez, 2002)

De este estudio surgen nuevas suposiciones aplicadas al ser humano. Una de ellas es la relacionada con las demencias y la disminución de la estimulación ambiental y la actividad. Se ha observado que un buen número de pacientes con Alzheimer y otros trastornos asociados, desarrollan la sintomatología de esta enfermedad a partir de una disminución de su actividad (retiro o jubilación). (Téllez, 2002)

En muchos de los casos la genética es primordial en el desarrollo de estas enfermedades, pero se ha observado cómo la estimulación y los ambientes adecuados pueden, por lo menos, retardar el deterioro intelectual.

Mónica Roselli afirma que “el sistema nervioso extiende su desarrollo en interacción con el ambiente y con eventos genéticamente programados”. (Roselli, 2011), además que “tanto la neurogénesis como la maduración dependen de influencias genéticas y epigenéticas; el cerebro inmaduro recibe los estímulos del ambiente, sea intrauterino o extrauterino, y responde en términos de diferenciación”. (Roselli, 2011)

Por lo que se considera importante, propiciar un ambiente enriquecido en cada una de las edades del ser humano, de lo contrario habrá pobre evolución neuronal.

Es muy recomendable que los humanos tengan un ambiente enriquecido, así será mejor su desarrollo neuronal, contarán con facilidad para aprender, madurarán mejor neurológicamente y el deterioro mental se retrasará.

- Cambios fisiológicos y estructurales en las sinapsis producto del aprendizaje.

Se han observado diversos mecanismos fisiológicos que aparecen como producto del aprendizaje, en las sinapsis. Uno de ellos es el incremento en el número de moléculas de transmisor liberadas por los impulsos nerviosos, alterando así la respuesta de la célula postsináptica. El cambio en la liberación del transmisor puede ser causado por modificaciones químicas en los botones terminales o como influencia de terminales sobre los botones sinápticos, (Rosenzweig y Lieman, 1992, citados en Téllez, 2002), llamados interneuronas o neuronas moduladoras.

Otra posibilidad radica en un cambio en la sensibilidad de las terminaciones postsinápticas. Un incremento en las moléculas receptoras producirá un estado de

hipersensibilidad, en donde la misma cantidad de transmisor liberado iniciará un efecto mayor. (Rosenzweig y Leiman, 1992 citados en Téllez, 2002)

Los cambios estructurales en la sinapsis parecen proporcionar mecanismos de memoria más permanentes, y también están relacionados con la memoria a largo plazo. Los cambios estructurales, se dan con el incremento de las sinápsis. (Téllez, 2002)

- Mecanismos de aprendizaje en organismos poco evolucionados.

En la *Aplysia californica* se estudiaron los procesos neurales de aprendizaje no asociativo, como la habituación y la sensibilización, y de algunos procesos asociativos, como el condicionamiento clásico.

En la habituación se pudo observar la depresión sináptica, dada por la disminución del neurotransmisor (glutamato) liberado por la terminal presináptica. La repetición de estímulos, modifica todo el funcionamiento de todo un sistema de conexiones sinápticas.

En la sensibilización se encontró que la aplicación de estímulos intensos aumenta la liberación del neurotransmisor glutamato, que durante algunos minutos refuerza la comunicación entre las neuronas sensoriales, las neuronas motrices y las interneuronas. (Rosenzweig, 2001)

En el condicionamiento se encontró que el funcionamiento es el mismo que el de la sensibilización, la diferencia parece radicar en el tiempo. Para que ocurra el condicionamiento clásico, el estímulo condicionado generalmente debe anteceder al estímulo incondicionado por un intervalo corto., de lo contrario el condicionamiento no tiene lugar. (Téllez, 2002)

Con la *Aplysia* se demostró, la existencia de la plasticidad en el sistema nervioso de los invertebrados. Conociendo éstos mecanismos se puede propiciar en los humanos el mecanismo neural que se quiera.

Si se desea propiciar depresión sináptica, se puede hacer con la repetición de estímulos, hasta lograr que las neuronas respondan pobremente al estímulo.

Si se desea propiciar la comunicación entre neuronas constantemente, se deben aplicar diversos estímulos para reforzar la conducta.

Cuando se pretende condicionar alguna respuesta se pueden aplicar diversos estímulos cortos, hasta lograr la conducta deseada.

- Potenciación de larga duración (Aprendizaje explícito).

Los hallazgos posquirúrgicos en pacientes epilépticos han demostrado que una buena parte del aprendizaje declarativo o explícito se realiza en áreas hipocámpicas. En 1973, Timothy Bliss y Terje Lomo fueron los primeros en demostrar que las neuronas del hipocampo tienen capacidades plásticas extraordinarias para el aprendizaje. Encontraron que un breve tren de alta frecuencia de potenciales de acción en uno de los circuitos dentro del hipocampo, produce un incremento en la fuerza sináptica del circuito. (Téllez, 2002)

Observaron que este incremento puede durar horas en un animal anestesiado, y días o semanas en un animal alerta con libertad de movimiento. La potenciación de larga duración (LTP, Long Term Potentiation) es un incremento estable y duradero de la magnitud de la respuesta de las neuronas después de que las células aferentes a la región hayan sido estimuladas con descargas de estímulos de frecuencia moderadamente alta. (Kandel y Hawkins, 1992 citados en Téllez, 2002)

- Se han realizado estudios con LTP para observar la facilitación del aprendizaje en ratas y en conejos.

La aplicación de estimulación de elevada frecuencia a un input hipocámpico que produce LTP, facilita el condicionamiento de respuesta del conejo. (Rosenzweig y Leiman, 1992 citados en Téllez, 2002). Este fenómeno podría explicar, al menos en parte, la rapidez con la que ocurre el aprendizaje explícito o declarativo. (Téllez, 2002)

Los estímulos de frecuencia moderadamente alta en las escuelas son: los análisis de temas, los planteamientos de problemas y las actividades variadas e interesantes.

Es recomendable propiciar éste tipo de estímulos frecuentemente para propiciar LTP en los cerebros de los alumnos, así tendrán facilidad para lograr aprendizajes más complejos y mejorarán su memoria.

El aprendizaje y la memoria están estrechamente relacionados: la memoria implica la adquisición previa de información (aprendizaje) y el aprendizaje requiere la retención de esa información (memoria), (Téllez, 2002). Además funcionan en áreas muy cercanas y tienen una fisiología parecida.

Brewer y sus colaboradores (1998), citados en (Téllez, 2002), hicieron experimentos usando la técnica de imagen por resonancia magnética nuclear, concluyeron que la corteza prefrontal y la región parahipocampal desempeñan un papel muy importante en la codificación de la memoria y en la probabilidad de que se pueda recordar ulteriormente. (Téllez, 2002)

Se sabe que “hay 3 estructuras muy importantes en la consolidación de la memoria: el hipocampo, en primer lugar de importancia, después los cuerpos mamilares y la amígdala cerebral”. (Téllez, 2002)

Si éstos no tienen ninguna alteración y cuentan con una adecuada bioquímica, los humanos son capaces de recordar los eventos y presentar mejor aprendizaje.

Las sustancias químicas involucradas en la memoria se dividen en dos grupos: los neurotransmisores y las hormonas. Los neurotransmisores son sustancias químicas que actúan como mensajeros en las sinapsis entre las neuronas. Gracias a estos transmisores nerviosos, las neuronas se pueden comunicar y los sistemas del cerebro pueden realizar sus funciones cognoscitivas (Téllez, 2002). Cualquier modificación relevante en la función de los neurotransmisores puede producir alteraciones psicológicas. (Téllez, 2002)

Los neurotransmisores más conocidos son la dopamina, la acetilcolina, el glutamato, el GABA (ácido gammaminobutírico, la serotonina (5- hidroxitriptamina) y la noradrenalina (Téllez, 2002). Los tres primeros se han encontrado implicados en los procesos cerebrales de la memoria.

Hay hormonas que participan activamente en el proceso de la memoria, las principales son las hormonas del estrés: el cortisol y la adrenalina, secretadas por las glándulas suprarrenales. (Téllez, 2002)

Ésta información permite resaltar la importancia de la presión del ambiente que rodea a los organismos que aprenden, para propiciar los cambios cerebrales relacionados con el aprendizaje y la memoria. Leer, escribir, solucionar problemas, resumir, comentar textos, bailar, pintar, cantar, escuchar, hablar, etc., son alternativas de estimulación ambiental.

También se ha estudiado el proceso neural del lenguaje y su relación con la cognición en humanos.

## **1.2 Lenguaje y cognición.**

En el mundo existen aproximadamente 10 000 idiomas e innumerables dialectos locales. Todas las lenguas poseen elementos básicos similares, y cada una está compuesta de un conjunto de sonidos y símbolos que tienen significados característicos. (Rosenzweig, 2001)

Estos elementos están dispuestos en órdenes distintos según las reglas propias de cada lengua. Así pues, cualquiera que conozca los sonidos (fonemas), los símbolos y las reglas (gramática) de una lengua particular puede generar frases que transmitan información a otros que tengan un conocimiento análogo de ella. Transmitir información es la característica principal del lenguaje, pues a través de ella se comunican los humanos. (Rosenzweig, 2001)

La adquisición del lenguaje en los niños es extraordinariamente consistente en todas las lenguas humanas. En efecto, la producción del lenguaje parece inherente a la estructura biológica del cerebro humano, por lo que ha sido el centro de interés de varios investigadores.

Uno de los interesados en el tema fue el neurólogo Paul Broca quien en 1861, presentó pruebas post mortem de que una importante lesión en el hemisferio frontal izquierdo de un paciente había provocado pérdida del habla. Después de importantes controversias

pudo demostrar hasta el área precisa en la que se encontraba el deterioro de los afásicos a quienes él llamó primero afémicos. (Springer, 1994)

Hacia 1864, Broca estaba convencido respecto a la importancia del hemisferio izquierdo sobre el habla, enunciando:

“Me ha sorprendido el hecho de que en mis primeros afémicos la lesión no es solo siempre en el mismo lugar del cerebro sino que también siempre en el mismo lado: el izquierdo. Desde entonces a través de muchas necropsias, las lesiones siempre estaban a la izquierda. También hemos observado a varios afémicos vivos, en su mayoría hemipléjicos, y siempre esa hemiplejía en el lado derecho. Además hemos visto en autopsias, lesiones del lado derecho en pacientes que no habían tenido afemia. De todo ello parece resultar que la facultad de articular la palabra está localizada en el hemisferio izquierdo, o por lo menos que depende principalmente de ese hemisferio”. (Paul Broca, 1864 citado en Springer, 1994)

Más de 100 años después, estudios con seres humanos de todas las edades, normales y con lesiones neurológicas, siguen ofreciendo información sobre la organización cerebral, el lenguaje y la cognición. Una de las conclusiones más fascinantes obtenidas de estos estudios es que los lados derecho e izquierdo del cerebro pueden ejercer funciones diferentes pero complementarias en el lenguaje. (Rosenzweig, 2001)

Actualmente se sabe que un 90 – 95 % de los casos de deterioro del lenguaje debido a lesión cerebral – afasia -, se produce en el hemisferio cerebral izquierdo. La lesión en el hemisferio cerebral derecho es responsable del 5 – 10 % de los casos de afasia, lo cual confirma el descubrimiento de Broca.

Técnicas como el Test Wada, (1960) también revelan que la mayoría de nosotros utilizamos el hemisferio cerebral izquierdo para controlar el lenguaje.

Sin embargo, técnicas más nuevas que incluyen imágenes cerebrales han empezado a poner en entredicho parte del análisis tradicional de las áreas del lenguaje en el cerebro, hay otras áreas que influyen el lenguaje.

Después de Broca, se describieron otros tipos de afasias. El cuadro 1, resume la sintomatología del lenguaje y el área cerebral afectada en cada una.

Tipo de afasia	Área cerebral afectada	Habla espontánea	Comprensión	Parafasia	Repetición	Capacidad de nombrar
Afasia de Broca		No fluida	Buena	Poco frecuente	Pobre	Pobre
Afasia de Wernicke		Fluida	Pobre	Frecuente	Pobre	Pobre
Afasia de conducción		Fluida	Buena	Frecuente	Pobre	Pobre
Afasia global		No fluida	Pobre	Variable	Pobre	Pobre
Afasia subcortical		Variable	Variable	Frecuente	Buena	Variable

Fuente: Psicología bilológica.

Autor: Rosenzweig, Mark R. et. al

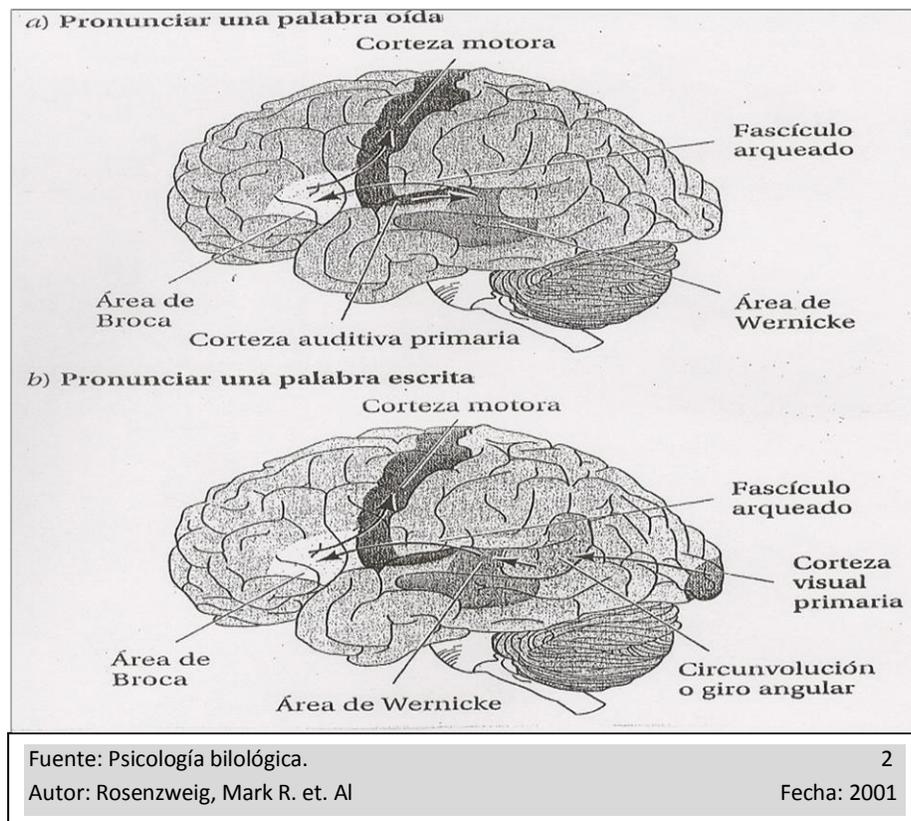
Fecha: 2001

1

Aquí se muestra la sintomatología del lenguaje en las afasias. Los trastornos afásicos incluyen una gran variedad de alteraciones del lenguaje (algunos de carácter bastante general y otros más especializados) como la incapacidad de comprender el lenguaje hablado. Es claro que las alteraciones del lenguaje tienen base orgánica.

Un enfoque tradicional para comprender los trastornos afásicos, iniciado por Wernicke a principios del siglo XX, utiliza una perspectiva conexionista. Según este enfoque los déficits pueden entenderse como interrupciones en una red interconectada de componentes, cada uno de los cuales está implicado en un aspecto concreto del análisis o la producción del lenguaje. Norman Geschwind (1972) desarrolló esta teoría con gran detalle. Según el modelo Wernicke Geschwind, pronunciar el nombre de un

objeto observado implica la transferencia de información visual a la circunvolución angular, que contiene las reglas para estimular el patrón auditivo en el área de Wernicke. Desde ésta, se transmite la forma auditiva, a través del fascículo arqueado, al área de Broca. En esta región, se activa el patrón de la forma pronunciada y se transmite al área facial de la corteza motora, y a continuación se pronuncia la palabra. Así pues, lesiones que afectan a la circunvolución angular tienen el efecto de desconectar los sistemas implicados en el lenguaje auditivo y visual. Muchos aspectos de los trastornos del lenguaje derivados de lesiones corticales pueden entenderse a partir de ésta perspectiva, que se ha convertido en el principal modelo de análisis anatómico de las afasias y que puede observarse en el cuadro 2.



Modelo conexionista de Wernike – Geschwind. Cuando se oye una palabra, la sensación en los oídos es recibida por la corteza auditiva primaria, pero no puede comprenderse el significado de la palabra hasta que se ha procesado la señal en el área cercana de Wernicke. b) Cuando se lee una palabra escrita, la sensación se registra primero en la corteza visual primaria. Se cree que a continuación se transmite a la circunvolución o giro angular que asocia a la forma visual de la palabra con el patrón auditivo correspondiente del área de Wernicke.

Sorprendentemente se ha encontrado, a través de imágenes funcionales que tanto personas que oyen como las sordas procesan su lenguaje en las áreas típicas del hemisferio izquierdo. (Neville y otros, 1998 citado en Rosenzweig, 2001)

Al reflexionar sobre los tipos de afasia por lesión, surge una interrogante, ¿qué sucede con los escolares que presentan dificultades para la comunicación, la adquisición de la escritura y la lectura de comprensión?

“Pues parece que algunos estudiantes nunca aprenden a leer. Sus esfuerzos sólo arrastran frustración, y la práctica prolongada da lugar únicamente a pequeños avances. La dislexia está rodeada de cierta controversia, y, por sus características, probablemente sea algo más que un trastorno de la lectura y abarque otros aspectos de la disfunción del lenguaje”. (Rosenzweig, 2001)

Algunas personas entienden que la dislexia es un problema de procesamiento sensorial; otras la consideran un trastorno de la memoria. Sin duda, es una categoría clínica confusa, aunque se la ha relacionado con interesantes hallazgos anatómicos y fisiológicos. (Tallal y otros, 1993 citado en Rosenzweig, 2001)

Shaywitz y otros (1998), hallaron que el patrón de activación cerebral durante una tarea de lectura era distinto en no disléxicos y disléxicos. Estos últimos mostraban una activación relativamente pequeña de las regiones posteriores, entre las que se incluía el área de Wernicke, y presentaban en cambio, una relativa sobre-activación de regiones anteriores. También mostraron menos activación de la corteza visual en respuesta a palabras escritas. (Rosenzweig, 2001)

Hay dos tipos de dislexia adquirida: la profunda y la superficial, la profunda se caracteriza por errores en los que los pacientes sustituyen en la lectura una palabra por otra de significado afín; por ejemplo, vaca se lee como caballo. Son incapaces de leer palabras en voz alta que sean abstractas u opuestas a lo concreto, y cometen frecuentes errores que parecen indicar falta de apreciación de las pequeñas diferencias.

En la dislexia superficial, el paciente comete distintos tipos de errores en la lectura. Estos pacientes pueden leer fácilmente palabras sin sentido, indicando que conocen las reglas que hacen corresponder letras a sonidos. Sin embargo, les resulta difícil reconocer palabras en que las reglas que vinculan las letras con los sonidos son irregulares: el forzudo tose mientras trabaja la masa, les causaría una gran confusión.

“Estos dos síndromes sugieren que tenemos dos sistemas cerebrales distintos para la lectura: uno centrado en los sonidos de las letras, y el otro en los significados de las palabras completas”. (Mc Carthy y Warrington, 1990, Citado en Rosenzweig, 2001)

Por lo anterior, es indispensable estimular ambos sistemas, de lo contrario la comprensión lectora queda descuidada y puede propiciar bajo rendimiento académico o laboral.

Aunque, se sabe que la mejora en las capacidades de lenguaje después de un accidente cerebral vascular puede conllevar un cambio en el sentido de que el lenguaje pase a ser controlado por el hemisferio derecho. (Cummings y otros 1979 citado en Rosenzweig, 2001)

El interés por la recuperación de funciones tras lesión cerebral es relativamente reciente. Durante muchos años, los investigadores consideraron que el sistema nervioso era un órgano rígidamente organizado, sin posibilidades de plasticidad estructural o funcional. En la actualidad se está experimentando un cambio importante hacia criterios más optimistas respecto a las perspectivas de una base racional para la rehabilitación tras la lesión cerebral. La recuperación del lenguaje es una de las máximas prioridades de estos esfuerzos renovados.

La rehabilitación tras lesión cerebral es más alcanzable, seguramente porque las áreas cerebrales conocen sus funciones y tratan de renovarlas o sanarlas, por lo que es importante mantener buen funcionamiento cerebral durante la vida, de lo contrario, las habilidades se pueden perder.

Sin esperar a que se dé alguna lesión cerebral, la educación preescolar y primaria tienen la encomienda de propiciar plasticidad neuronal en los alumnos de manera integral para que el cerebro desarrolle mejor sus funciones, con dichos programas

seguramente se atienden ciertas disfunciones del cerebro izquierdo y entonces los alumnos mejoran su rendimiento académico. Se menciona preescolar y primaria porque son las mejores edades para lograr un desarrollo cerebral adecuado.

Lo anterior puede confirmarse en las aulas de educación primaria pues una gran cantidad de niños, sin que hayan tenido lesión cerebral aparente, presentan dificultades en la comunicación, sin embargo con la estimulación que propicia el desarrollo de los programas de la SEP su comunicación mejora notablemente, pues en edades tempranas el hemisferio derecho puede asumir las funciones lingüísticas del izquierdo por ciertos deterioros.

“En la infancia, la recuperación del lenguaje es posible incluso después de la extirpación de un hemisferio”. (A. Smith y Sugar 1975, citado en Rosenzweig, 2001)

Hay argumentos que plantean la existencia de diferencias fundamentales en el estilo cognitivo entre los dos hemisferios, sugieren otras conexiones entre el lenguaje y las ventajas evolutivas de la especialización cerebral.

Según éste enfoque el hemisferio izquierdo realiza un procesamiento analítico y el derecho un análisis de la información más holístico o general, como se muestra en la tabla 1.

Hemisferio izquierdo.	Hemisferio derecho.
<b>Fonético</b>	No lingüístico
<b>Secuencial</b>	Holístico
<b>Analítico</b>	Sintético
<b>Proposicional</b>	Gestalt
<b>Análisis temporal discreto</b>	Percepción de la forma
<b>Lenguaje</b>	Espacial
Fuente: Psicología bilológica. <span style="float: right;">1</span> Autor: Rosenzweig, Mark R. et. al Fecha: 2001	

La tabla muestra los estilos cognitivos de los dos hemisferios.

Actualmente se sabe que lesiones en los lóbulos frontales provocan un síndrome inhabitual de profundos cambios emocionales, entre los que se incluye la excesiva reactividad a muchos estímulos y tareas que requieren atención sostenida presentan un deterioro drástico. Lesiones en la corteza parietal dan lugar a muchos cambios perceptivos.

Al observarse conductas como las mencionadas anteriormente, puede sospecharse de disfunción en el área específica y entonces se puede buscar la recuperación. El reentrenamiento constituye una parte significativa de la recuperación funcional y puede implicar tanto a la compensación, estableciendo nuevas soluciones a las exigencias adaptativas, como a la reorganización de redes neuronales supervivientes, la recuperación es más manifiesta en individuos jóvenes.

Afortunadamente con rehabilitación se puede lograr plasticidad estructural o funcional de las áreas cerebrales afectadas.

## **Capítulo 2 Rendimiento Académico.**

Inevitablemente los humanos son seres evaluados desde el momento del nacimiento hasta el final de sus vidas. En todas las evaluaciones cuenta lo que saben hacer y lo que no, al nacer se hace una evaluación llamada Apgar con la que se describe si es un producto apto para la vida o presenta ciertas deficiencias que atender de inmediato. Al ingresar a las escuelas se hacen evaluaciones para conocer los saberes y debilidades que los caracterizan y así decidir su incorporación cuando se trata de primaria y secundaria y cuando es preparatoria para decidir su aceptación o rechazo. Más tarde los sujetos son evaluados para obtener un trabajo o para tener alguna afiliación a cierto organismo pero siempre se pasa por alguna evaluación, concebida ésta como “el proceso de obtener, sintetizar, e interpretar información para facilitar la toma de decisiones”. (Airasian, 2002)

Las evaluaciones pueden tener los siguientes propósitos: establecer equilibrio en grupos, planear y conducir la enseñanza, asignar lugares a los alumnos, ofrecer retroalimentación e incentivos, diagnosticar problemas, juzgar y calificar el aprendizaje y el avance académico. (Airasian 2002)

Existen diferencias entre las evaluaciones, las pruebas, las mediciones y las valoraciones finales. Evaluación es un término general que incluye todas las modalidades en que los maestros obtienen información y la utilizan en el salón de clase. Una prueba es un procedimiento formal sistemático generalmente de papel y lápiz, mediante el cual se recaba información sobre el desempeño de los alumnos. La medición es el proceso de cuantificar el desempeño o de asignarle un número. La puntuación produce una descripción numérica del desempeño. La valoración final es el proceso de emitir juicios sobre lo que es bueno o deseable en ciertos casos. (Airasian, 2002)

### **2.1 Conceptos.**

Sin importar cuál sea el propósito ni el método para obtener información para la evaluación lo que siempre reporta es el rendimiento de algo o alguien.

Concebido éste como:

- Nivel de conocimientos de un alumno medido en una prueba de evaluación. (Sánchez, 2011)
- (Lippincott, (1985) citado en López, 2009) establece al rendimiento académico como la dominación para la cantidad de tareas solucionadas por un sujeto en un tiempo determinado o para la cantidad y calidad de respuestas dadas.
- (Galan ,1985 citado en Rodríguez, 2004),concibe el rendimiento académico como el grado de éxito o fracaso, fijado en función del logro de las metas académicas en términos de objetivos de aprendizaje alcanzados de calificaciones obtenidas individualmente o en grupo y de la relación entre actividades psicológicas y calificaciones logradas entre otras.
- Herrera, (2011) Nivel de conocimiento expresado en una nota numérica que obtiene un alumno como resultado de una evaluación que mide el proceso enseñanza aprendizaje en el que participa.

Analizando estas definiciones se puede inferir que se relacionan mucho con lo que actualmente se conoce como Perfil de Egreso, que “está constituido por un conjunto de competencias que integran conocimientos, habilidades, actitudes y valores”, pues un perfil de egreso advierte lo que todo educando debe saber hacer después de un ciclo determinado. (Frade, 2009)

Existen diferentes niveles de rendimiento académico como los que utiliza enlace en educación primaria: excelente, bueno, regular e insuficiente o los que muestra la escala numérica que utiliza la SEP, de 5 a 10, siendo reprobatoria la calificación mínima que es 5. Es claro que los niveles se dan por el desarrollo mismo y por otros factores que lo influyen.

## **2.2 Factores que determinan el rendimiento académico.**

Para los doctores Bricklin, 1971, existen cuatro áreas extensas que contribuyen para establecer la diferencia entre la capacidad potencial o probable y el rendimiento diario:

- a) Factores psicológicos: adaptación personal, etc.
- b) Factores fisiológicos: vista, oído, etc.

- c) Factores sociológicos: tipo de vecindario, etc.
- d) Factores pedagógicos: métodos de enseñanza, etc.

Entre los factores o causas psicológicas del bajo rendimiento los Dres. Bricklin (1971), mencionan las siguientes:

❖ El niño pasivo-agresivo.

“El niño pasivo-agresivo desea expresar la ira que siente y los resentimientos originados en el pasado, pero teme el castigo o la pérdida del amor de sus padres”. Hierde a quien desea aunque la persona afectada y el niño no se dan cuenta de que así es como expresa el resentimiento que tiene por la ira que no le permitieron expresar sus tutores. El niño de rendimiento insuficiente sabe “inconscientemente” que su desempeño inferior en la escuela hierde el orgullo de sus padres. Bricklin. (1971)

Los padres no pueden tolerar la ira auténtica de su hijo. Cuando éste es pequeño le impiden expresar su ira y resentimiento auténticos. Así el niño aprende pronto a ponerse tenso cuando siente ira (Bricklin, 1971). Y ésa tensión impide el buen funcionamiento cerebral dando como resultado un inexplicable bajo rendimiento.

❖ El sentido del propio valor, el temor al fracaso y la capacidad de aprovechamiento.

Se sabe que cada persona tiene cierta noción de que “vale algo”. La persona con un sentido sano de su valía se agrada a sí misma, siente que es “razonablemente buena”. Tiene confianza en sí y se halla más bien libre de sentimiento de culpa. El niño con un sentido sano de su valía piensa que es agradable, que se lleva “bien” con sus padres y regularmente con sus hermanos. Siente que su trabajo en la escuela es bueno y que va de acuerdo con las metas que se ha fijado, es realista con respecto a lo que puede hacer y esperar de sí mismo. (Bricklin, 1971)

El niño con un sentido poco sano de su valor se considera malo y desagradable, cree que sus padres no lo quieren y supone merecer esta reacción. Naturalmente carece de confianza en sí mismo y hasta desconfía de su capacidad. El sentido del propio valor depende en gran medida de la actitud que sus padres adoptan hacia él. (Bricklin, 1971)

Los padres del niño con bajo rendimiento le han hecho creer que les interesa hasta el punto en que pueda rendir o “hacer cosas”, así el niño aprendió a sentir que su valor dependía del rendimiento escolar. Por ello el de rendimiento insuficiente siente un temor desesperado a iniciar cualquier nueva actividad. Cuando intenta algo su confianza está “bloqueada”, teme altamente al fracaso por eso evita hacer cosas y comprometerse consigo mismo y deja de prepararse para las evaluaciones para justificar su propia acción, por ejemplo se niega a estudiar pues así creé que si hubiera estudiado le iría mejor. (Bricklin, 1971)

Los de bajo rendimiento piensan “si no hago el intento nadie podrá decir que soy un fracaso”, (Bricklin, 1971). Es importante permitir en todos los niños desarrollar su confianza en sí mismo, al punto de que pueda competir y permitir al de rendimiento insuficiente permanecer tranquilo hasta el momento en que pueda lograr más. Actualmente se dice que se deben respetar y estimular los ritmos de aprendizaje de cada alumno lo cual mejorará su valor como ser humano.

❖ El temor a ser común y corriente y enorgullecerse por el fracaso: una paradoja.

La tremenda importancia que se adjudica al éxito junto con el temor al fracaso puede producir algunos efectos secundarios un tanto sorprendentes. Uno de ellos es el temor a ser común y corriente. Otro sería el desarrollo de la firme convicción de que se debe trabajar “duro” y constantemente para merecer amor. Cuando un niño empieza a sentir que siempre debe trabajar de firme con frecuencia “tirá la toalla” por considerar que si esto es la vida, sencillamente, no vale la pena. (Bricklin, 1971)

El temor a ser común y corriente que tanto ocurre es una manifestación más del temor al fracaso y de la firme convicción de que, de no ser perfectos, perderán el afecto de sus padres. Asimismo, el temor a ser común y corriente produce ciertos efectos secundarios interesantes por sí mismos. El temor a ser común y corriente sustenta el rendimiento insuficiente de modo muy particular. Algunos niños temen tanto ser comunes y corrientes que llega a “gustarles” el hecho de que su trabajo escolar no sea muy satisfactorio, pues al menos en esto no lo son. (Bricklin, 1971)

El problema empieza cuando el niño equipara la idea de lograr un rendimiento excelente con la de ser extraordinario. Siente que se espera de él lo mejor y la

intensidad misma de esta idea lo despoja de la posibilidad de sobresalir, aunque persista su deseo de ser excelente. Cuando esto sucede empieza a gozar secretamente el hecho de realizar un trabajo poco satisfactorio. Por el momento sobresale, aunque en forma negativa. Así al menos satisfará la parte de su personalidad que lo empuja a sobresalir, pues si obtiene malas calificaciones será diferente de la mayoría de sus amigos. (Briklin, 1971)

El niño no sólo espera salvar su orgullo herido mediante este truco, sino que también se convierte en héroe invencible. Sus malos hábitos de estudios no se deben al temor y la inseguridad, sino al individualismo puro.

La pereza es una defensa para ocultar el sentimiento de que la vida es difícil de vivir y de que se exige tanta perfección que mejor es no hacer siquiera el primer intento. El hecho de que se diga esto a sí mismo no significa que lo crea. (Bricklin, 1971)

#### ❖ El temor al éxito.

La gente no sólo teme al fracaso, sino al éxito también. Hay algunos que sufren una depresión acompañada de tensión después de haber terminado algo que, por lo general, debiera causarles una sensación de victoria. Los psicoanalistas denominan el temor al éxito como temor edípico a la victoria. No quieren “aventajar o superar” a un progenitor temido, aunque amado, sienten que motivarán una venganza agresiva por parte del padre o que afectará una fuente de apoyo sobrevalorada.

Un niño teme al fracaso lo cual resulta bastante desventajoso; pero el temor al éxito es aún más negativo. El que teme tanto al fracaso como al éxito estará en dificultades, pues a pesar de lo que haga no podrá ganar nunca.

#### ❖ Agresión y competencia.

La agresión y el espíritu de competencia no son independientes, es difícil encontrar huellas de la primera sin trazas del segundo. A quien teme sentir o manifestar ira se le dificulta el poder mantener una actitud de competencia. La agresividad “no provoca” el

espíritu de competencia, pero cuando se carece de ésta capacidad el espíritu de competencia es mínimo. (Bricklin, 1971)

Para competir en forma efectiva no debemos sentir demasiado temor ante las actitudes de ira, pues si éstas nos atemorizan sentiremos lo mismo con respecto a cualquier otra forma de agresividad y, por lo consiguiente, al espíritu de competencia, (Bricklin, 1971).

Nuevamente podemos ver las desventajas de reprimir los sentimientos de ira en los niños, pues además de perder el interés de competir se les propicia el carácter mercantil, que consiste en ser como los demás quieren que sea con tal de ser aceptado.

❖ Dudas internas.

Las dudas internas en cuanto a cómo debe ser el niño le trae serios conflictos, por un lado quiere ser el mejor, pero por otro su resentimiento no se lo permite y así se la pasa gastando su tiempo de fracaso en fracaso. “El de rendimiento insuficiente quiere agradar y desagradar a sus padres al mismo tiempo. Por una parte, desea obtener buenas calificaciones para ganar afecto, simultáneamente otra parte de su personalidad se rebela ante la presión bajo la que ha de trabajar. Quiere y no obtener buenas calificaciones” (Bricklin, 1971). A estos niños se les califica de rebeldes sin saber que es la ira reprimida la que revolotea en su interior.

❖ El bajo nivel de frustración.

El niño de bajo rendimiento trata de convencerse de que en realidad “no le interesa” ningún proyecto que le supone dificultades. Prefiere creer que no siente interés alguno a admitir que tiene un tremendo temor al fracaso, se irrita a menudo si se le desafía, quiere culpar a los demás de su fracaso. (Bricklin, 1971)

❖ La tendencia a la regresión. El niño infantilizado.

La tendencia a retroceder hacia pautas de conducta más infantiles en los momentos de tensión son características del niño infantilizado. El término regresivo señala las formas infantiles y por lo general ineficaces de tratar alguna situación. Ejemplos: llorar ante algunas situaciones interpersonales de poca tensión y somatizar.

De este modo cuanto más se intensifican los problemas más se recurre a la conducta regresiva. (Bricklin, 1971)

❖ El rendimiento deficiente en clase.

En los niños es muy importante la evaluación de sus padres, la evaluación negativa de éstos los hiere y cuando ingresan a la escuela transfieren a la maestra, algunos de los sentimientos dirigidos a sus padres dando como resultado el rendimiento deficiente.

También puede considerar a sus compañeros como miembros de su familia y reaccionar por lo tanto en forma aún más irracional. (Bricklin, 1971)

❖ La madre sobreprotectora.

Se refiere a la madre que “agobia” literalmente al niño y que casi nunca le permite hacer nada por sí solo. Su hijo ha localizado la fuente de evaluación de cualquier acción o tendencia en otro sistema nervioso (el de su madre) y no en el suyo, produciéndole sentimientos de intranquilidad y frustración. (Bricklin, 1971) Lamentablemente el potencial psicológico del niño se detiene, además no lo necesita, lo que le hace falta es buscar de quien depender.

❖ Los padres incompatibles.

Cuando los padres no se llevan bien la seguridad del niño se ve amenazada, el rendimiento deficiente refleja la reducción de la autoconfianza del niño y su angustiada inseguridad. Él quiere manifestar estos temores a sus padres pero por muchas razones no puede hacerlo abiertamente. El rendimiento insuficiente es la forma en la que atrae la atención hacia sus angustiosas preocupaciones. (Bricklin, 1971)

❖ Los padres que se enorgullecen secretamente del desafío del niño.

Hay padres que pueden enorgullecerse y gozar en secreto del hecho de tener un hijo que los desafía. Esos padres se abstienen de realizar lo que conduciría a mejorar la conducta de su hijo y, en realidad, hacen cosas que “ayudan” a que la conducta negativa perdure. El niño rechaza la presión social que lo obliga a hacer un buen

trabajo, por lo tanto, no le importa su bajo rendimiento, además en casa se lo aceptan y promueven culpando a otros del mismo.

❖ El niño que tiene miedo a ser mariquita.

A las niñas se les facilita y se les hace más agradable trabajar en los campos verbales de la enseñanza tales como la lectura, la escritura y la ortografía, por lo que muchos niños consideran que el aprender es femenino. En algunos casos el temor de ser femenino es tan intenso que no sólo es una “causa contribuyente”, sino la principal del bajo rendimiento. (Bricklin, 1971)

❖ El niño mimado.

Son niños que mantienen exagerada importancia en el seno de su familia, que ante cualquier cambio en la dinámica familiar su rendimiento puede bajar sensiblemente y ser de bajo rendimiento.

❖ Las causas circunstanciales del bajo rendimiento.

El bajo rendimiento temporal es causado por:

- 1) Un cambio de escuela (o vecindario),
- 2) Un maestro que molesta al niño,
- 3) Otros niños que lo molestan a él,
- 4) Un vecindario que subestime el aprendizaje y,
- 5) El fracaso temporal en una materia en particular.

❖ El niño inteligente, pero aburrido.

Los niños que tienen un intelecto brillante y fértil se aburren cuando se ven forzados a trabajar en el mismo nivel que los demás niños de la clase. Si la rutina de clase no es estimulante esos chicos inventan cosas que hacer y en las cuales pensar, diferentes a las del programa, por lo que su rendimiento es insuficiente.

❖ El caso sociológico – neurótico mixto.

En algunos casos los padres sólo valorizan superficialmente la educación y, en realidad, no les interesa e inclusive se oponen a ella. Sus hijos responden a los verdaderos valores paternos superficiales y anti-educativos, es frecuente en familias con padres comerciantes.

❖ El bajo rendimiento relacionado con problemas subyacentes más graves.

El bajo rendimiento puede ser un efecto lateral de casi todos los desórdenes emocionales graves. Todas las neurosis, psicosis, desviaciones de carácter y demás formas de patología pueden producir rendimiento insuficiente. Algunas veces el rendimiento insuficiente será el primer signo identificable de un problema más serio, por esto, es importante que un profesional competente evalúe al niño.

Aunque los doctores Bricklin investigaron estas causas del bajo rendimiento desde 1965, aún se les puede considerar vigentes pues cada una se puede observar en las aulas. Aparentemente tienen solo un enfoque dinámico, sin embargo cada situación dinámica propicia cambios fisiológicos en el sistema nervioso, por lo cual se pueden relacionar con un enfoque orgánico o fisiológico.

Es interesante conocer las causas que pueden afectar el rendimiento académico de los alumnos, pues todos los humanos necesitan apoyo educativo y emocional de su familia y su escuela para tener buen desarrollo físico y mental. Al identificar las causas, éstas se evitarán propiciando una mejor adaptación a su ambiente y más salud mental.

Margarita Nieto (1987), menciona otras causas que influyen en el rendimiento escolar:

- Emoción y afectividad: la influencia del psiquismo en la fisiología nerviosa se traduce en procesos químicos internos de alta complejidad que pueden modificar la estructura neuronal temporal o definitivamente, según la naturaleza o severidad del conflicto.

Los trastornos de la afectividad pueden provenir fundamentalmente de las circunstancias sociales o depender de alteraciones funcionales del teleencéfalo.

De una o de otra forma ambas repercuten en el rendimiento escolar del niño.

- Lenguaje oral: La gramaticalidad del habla del niño y su nivel semántico progresan paralelamente a su desarrollo neuronal, psicológico y cultural y repercute en su nivel de comprensión lectora y redacción escrita. Por lo tanto el avance escolar del niño, su éxito o fracaso, está determinado en gran parte por su nivel de desarrollo verbal.

Alfonso Peña, citado en el libro de Margarita Nieto, comenta sobre la importancia de la Maduración cerebral en el Aprendizaje, enfatizando que la inmadurez cerebral es uno de los factores que obstaculizan el aprendizaje.

Comenta que cuando se estudia el comportamiento de los niños, ya sea médica, psicológica o pedagógicamente, es interesante observar los cambios que se suceden en sus funciones nerviosas a diferentes niveles de integración, los que se llevan a cabo de acuerdo con su edad cronológica. En relación con dichos cambios se pueden utilizar los términos “maduración” o “desarrollo”.

También menciona que para hablar de maduración debemos entender que es conducta, pues a través de ella se puede determinar la maduración. Conducta es todo movimiento que resulta de la interacción entre el sistema neuromioendócrino y un estímulo que dio lugar a él.

Resulta entonces indispensable encontrar la alteración en el proceso de maduración a través de la conducta de los seres humanos, hasta llegar al sitio que está afectando el aprendizaje de los niños. Actualmente se considera importante conocer y atender las diversas inteligencias que poseen los humanos para mejorar su maduración cerebral. Ganem, (2004) en su libro “Escuelas que matan”, menciona que un aspecto muy importante que se refleja en la conducta y el rendimiento escolar se refiere a las inteligencias múltiples que describe Howard Gardner (1990) y que hasta hace relativamente poco empiezan a reconocerse en el área de la educación.

Además de las inteligencias lógico-matemáticas y la lingüística, Gardner sostiene que existen otras inteligencias más:

- Inteligencia intra-personal: Cuando se posee la capacidad para crear las propias metas y planes así como para reflexionar en un trabajo de introspección, como lo hacen los meditadores y los místicos.
- La visual-espacial: que consiste en la habilidad de visualizar como lo hacen los arquitectos, navegantes, pintores, escultores, etc.
- La musical: que es la capacidad de crear e identificar patrones complejos de sonidos tal como lo hacen los músicos y los compositores.
- La inteligencia kinestésica: se refiere a la habilidad de utilizar el cuerpo como lo hacen los deportistas, los bailarines, los cirujanos, etc.
- La interpersonal: se refiere a la capacidad para comunicarse bien para empatizar como lo hacen los terapeutas y los instructores afectivos.

Gardner, citado en Ganem, 2004, considera que cada ser humano aprende más fácil si se toma en cuenta la inteligencia que le caracteriza y se le enseña con estrategias acordes a la misma (visual, auditiva o kinestésica). Los programas actuales de la SEP sugieren el desarrollo integral del individuo por lo que es adecuado implementar actividades considerando las inteligencias múltiples, pues al ejercitar alguna se estimula también la maduración en las otras.

Nerici (1992), “menciona desde 32 años atrás que las principales causas del fracaso escolar parecieran localizarse en el alumno, en el hogar, en la sociedad, en el profesor y en la escuela” lo cual sigue y seguirá vigente pues los alumnos siempre serán parte de determinado ambiente social que los beneficie o los perjudique.

A continuación se mencionan sólo algunas causas de cada grupo:

1.- Causas atribuibles al alumno. No saber estudiar, falta de interés por lo que la escuela le ofrece, inadaptación a ciertas asignaturas o a la misma escuela.

2.- Causas atribuibles al hogar. Falta de estímulos por parte de los padres (no dar importancia a lo académico), falta de amparo en los momentos difíciles (no tienen alguien que ayude en las tareas) y falta de autoridad parental.

3.- Causas originadas en la sociedad. Necesidad de trabajar, nivel social de la escuela muy distinto al nivel del alumno, escuela distante de la residencia del alumno y exceso de estímulos dispersivos y excitantes a través de las vías de comunicación.

4.- Causas atribuibles al docente. Falta de preparación en el contenido de su asignatura, falta de preparación didáctico – pedagógica, falta de condiciones personales para el ejercicio de la enseñanza, relación inadecuada con los alumnos de manera que se crean tensiones en los mismos, incapacidad para exigir esfuerzos, mala organización de las pruebas de verificación del aprendizaje, falta de planeamiento del curso y de las clases, falta de motivación en sus clases, actitudes discriminatorias con algunos alumnos, intolerancia, ineptitud para mantener la disciplina, etc.

5.- Causas originadas en la propia escuela. Falta de orientación pedagógica y educativa, indiferencia frente a los reclamos inmediatos de una acción que corrija deficiencias en los alumnos. (Nerici, 1992)

Para que haya mejor desarrollo en la maduración cerebral, deberían propiciarse experiencias cotidianas para los niños y jóvenes en el área sensorial, afectiva, social, intelectual y motriz en el hogar, la escuela y la sociedad. El respeto y la integración a las actividades que las mismas propician son invaluable para establecer más y mejores conexiones neurales.

Afortunadamente los estudiosos de la educación ofrecen diversas alternativas para mejorar el aprendizaje y la enseñanza como Perrenoud, (2004), que sugiere diez nuevas competencias para enseñar y que se enuncian a continuación:

El docente debe:

- 1.- Organizar y animar situaciones de aprendizaje.
- 2.- Gestionar la progresión de los aprendizajes.
- 3.- Elaborar y hacer evolucionar dispositivos de diferenciación.
- 4.- Implicar a los alumnos en sus aprendizajes y su trabajo.
- 5.- Trabajar en equipo.

- 6.- Participar en la gestión de la escuela.
- 7.- Informar e implicar a los padres.
- 8.- Utilizar las nuevas tecnologías.
- 9.- Afrontar los deberes y los dilemas éticos de la profesión.
- 10.- Organizar la propia formación continua.

El autor menciona que son competencias docentes indispensables para ayudar a los alumnos a mejorar su rendimiento académico y social, aunque también podrían ser competencias de los padres de familia desde el hogar para apoyar el desarrollo integral de sus hijos.

Perkins, (2000) enuncia que: “el aprendizaje es una consecuencia del pensamiento.”

Este principio implica una concepción distinta de la práctica pedagógica que habitualmente observamos en las aulas comunes. “Requiere de ámbitos educativos en los cuales los alumnos aprendan reflexionando sobre lo que aprenden y con lo que están aprendiendo. El aprendizaje reflexivo requiere, a su vez, de escuelas informadas y dinámicas, de ámbitos en donde directores y maestros dominen el aprendizaje y el trabajo en colaboración disponga de tiempo para perfeccionarse; y en donde el régimen administrativo, los programas de actividades y el sistema de exámenes generen energía positiva en todos. Así es la escuela inteligente, informada, dinámica y reflexiva”. (Perkins, 2000)

Una escuela con las características anteriores propiciará nuevas conexiones cerebrales, éstas, el desarrollo de las habilidades del pensamiento que encaminarán a la toma de decisiones responsables y más adelante a la autonomía para el aprendizaje y para la vida.

## **Capítulo 3 Evolución y desarrollo del sistema nervioso.**

### **3.1 Evolución del cerebro y la conducta.**

Se sabe que el sistema nervioso, primero se manifestó a través de la función de irritabilidad de las células, después por la formación de arcos reflejos y fue precisamente en la época de expansión biológica cuando apareció la especie cuerda neural (Cabildo, 1999). Esto marca un hito en la historia de la Biología, pues presentaba la primera manifestación de un sistema nervioso central, cuya evolución después de 500 millones de años daría lugar al cerebro y a los psiquismos humanos. Los humanos son miembros del grupo biológico clasificado como el Filum de los Cordados, precisamente por la presencia de la cuerda neural que apareció en ese período geobiológico.

Fue una época de expansión tan extraordinaria, que al decir de los especialistas, en ese período se marcaron las directrices filogenéticas fundamentales de los seres vivos.

En ese acontecer evolutivo, hace aproximadamente unos 350 millones de años, las condiciones climático - ambientales permitieron que la vida animal saliera de los mares a través de especies anfibias. Posteriormente algunas de esas especies se hicieron puramente terrestres, evolucionando hacia formas zoológicas cada vez más complejas y diferenciadas. (Cabildo, 1999)

Ocupándonos únicamente de los cordados - pues nuestro interés es el Hombre- diremos que la necesidad de sobrevivir provocó en las diversas especies una serie de variaciones morfológicas y funcionales que les permitieron mejor adaptación. Esas características valiosas para su adaptación se perpetuaron a través de mutaciones genéticas que favorecieron la evolución progresiva de las especies. (Cabildo, 1999)

Desde principios del siglo XIX Lamarck expresó sus ideas sobre la influencia del ambiente para provocar cambios en los organismos. (Cabildo, 1999)

Más tarde lo hizo también Wallace, pero fue Charles Darwin quién fundamentó mejor esas tesis apoyándose en las observaciones que realizó durante sus viajes. Este investigador publicó en 1859 su famoso libro “El origen de las especies” en el que enfatizaba el mecanismo de la selección natural de las especies mejor adaptadas para la sobrevivencia. Sin embargo, a un lado de esas brillantes deducciones, siempre hubo quien sostuviera la existencia de otros factores decisivos para la evolución. Desde el

siglo pasado Weisman emitió su tesis de “la continuidad del plasma germinal”, atribuyendo al protoplasma generador una potencialidad de existencia continua a través de las generaciones, cualidad que además gobernaba las características del cuerpo.

Weismann utilizaba el término plasma germinal por carecer en su época de los conocimientos que tenemos hoy día sobre los genes, pero la idea de la existencia de una potencialidad intrínseca de la materia viva para desarrollarse, independientemente del mecanismo de selección natural, ha sido expuesto por paleontobiólogos modernos, que complementan con esa tesis la influencia de la selección natural. (Cabildo, 1999)

La lógica de pensamiento coincide plenamente con este punto de vista, pues la evolución de vida animal perteneciente a los cordados muestra al sistema nervioso como un tejido con potencialidad para ir creando paulatinamente estructuras y funciones cada vez más complejas.

Durante estos 500 millones de años el sistema nervioso ha seguido una evolución perfectamente ordenada y progresiva: se inicia figuralmente, en la irritabilidad de la membrana de los organismos unicelulares, que es la propiedad que les permite alejarse de los estímulos dañinos, o al contrario, acercarse y acomodarse para la ingestión de su alimento; esa distinción de movimientos la efectúan gracias a su programación genética.

La propiedad de irritabilidad -respuesta directa- evolucionó en los organismos pluricelulares hacia la formación del arco reflejo en el que ya no hay respuesta directa, sino que primero hay una terminal sensitiva que capta los estímulos del medio externo y de ahí son conducidos hasta una neurona que conecta a otra de carácter motor para desencadenar la respuesta al estímulo. (Cabildo, 1999)

Más adelante aparece la cuerda neural que recoge centralmente los mensajes de todas las fibras sensitivas aferentes, las asocia entre sí y emite las fibras eferentes para coordinar respuestas más elaboradas ante los estímulos del medio externo o ante los internos del propio organismo.

A partir de entonces la evolución del sistema nervioso se realiza con el crecimiento y especialización de la parte rostral de esa cuerda, proceso al que se denomina telencefalización porque desarrollará el encéfalo en su parte distal. Este proceso permite la aparición de funciones cada vez más complicadas a medida que las especies ascienden en la escala zoológica. (Cabildo, 1999)

Conviene señalar que el sistema nervioso es el que permite captar, tanto el medio externo como el interno, coordinar todas las funciones del organismo para preservar la vida, para conseguir los alimentos, defenderse de los peligros reproducirse, etc. en otras palabras ha sido el sistema responsable de coordinar y dirigir el equipo orgánico para conservar y elevar cada vez más las diversas formas de vida existentes. Desde este punto de vista parece que el “centro” de la evolución de los animales” corresponde con la evolución filogenética del sistema nervioso.

La selección natural de los organismos con mejores capacidades adaptativas es indudable, hay muchas evidencias actuales y experimentales que demuestran que las estimulaciones y exigencias del ambiente son indispensables para el adecuado desarrollo de lo que fue genéticamente programado. Lo que parece más difícil de aceptar es que la adaptación al medio ambiente sea el único factor que haya provocado cambios genéticos generadores de capacidades más desarrolladas, que no necesitaban las especies anteriores, pues no había ninguna circunstancia ambiental que requiriera la “invención” de funciones superiores para su adaptación. (Cabildo, 1999)

En cambio, es evidente que ha habido un orden progresivo preciso en la evolución del sistema nervioso concordante con la evolución de las especies. Esto es tan claro que la naturaleza repite el mismo camino evolutivo durante el desarrollo embrionario del sistema nervioso humano en el vientre de la madre. Es decir, ontogénica y filogénicamente, se cumple lo programado para desarrollar paso a paso y sin saltos un sistema nervioso cada vez más evolucionado. (Cabildo, 1999)

El estudio del desarrollo del sistema nervioso dentro del vientre materno permite apreciar que se reproduce de modo bastante comparable con las fases que tiene el desarrollo de dicho sistema a través de la evolución filogenética. En el huevo humano se manifiesta únicamente la irritabilidad que se presenta en los organismos unicelulares; luego en la mórula y la blástula se hace pluricelular indiferenciado como un espongiario y en las primeras semanas de gestación aparece la formación medular o cuerda neural, con su coordinación de arcos reflejos como en el *Amphioxus lanceolatus*. (Cabildo, 1999)

Después se inicia el crecimiento y especialización de la parte rostral de la médula (telencefalización), apareciendo tres vesículas: la parte posterior que dará origen al

bulbo y al cerebelo, la media que generará el mesencéfalo y la anterior que dará lugar al centroencéfalo y a la corteza cerebral. Al principio la corteza es totalmente lisa como puede ocurrir en los peces, el paralelismo es tal, que el sistema nervioso central del pez dogfish es macroscópicamente idéntico al del humano de cinco semanas de evolución intrauterina.

Después la corteza crece y se pliega sobre sí misma formando las circunvoluciones, que sin ocupar más espacio, aumentan considerablemente la superficie de asociación del tejido cortical. Al mismo tiempo crece el área pre-frontal que es la parte más distal del cerebro, el último avance de la telencefalización y que es precisamente el área que se relaciona con las funciones más elaboradas del psiquismo. (Cabildo, 1999)

La evolución del cerebro a través de la escala zoológica nos muestra que a medida que el animal ocupa un rango mayor en esa escala, tendrá también mayor riqueza de circunvoluciones y un área pre-frontal de mayor tamaño relativo. Dentro de este enfoque evolutivo conviene mencionar que, a grandes rasgos, el proceso de telencefalización desarrolla primero las estructuras de control y funcionamiento de la vida vegetativa, luego las correspondientes a la vida instintiva y finalmente las de la vida inteligente, moral y afectiva. (Cabildo, 1999)

Se puede señalar que la aparición del Hombre representa la cúspide de la evolución de las especies, que el humano es el producto más desarrollado del Universo que conocemos.

¿Cuándo ocurrió ese verdadero parteaguas de la biología? De acuerdo con los paleoantropólogos fue hace aproximadamente 4 millones de años, cuando tres o cuatro de las ramas que habían salido del tronco común de los primates superiores se desarrollaron muy por encima de las otras, iniciándose el camino evolutivo de la de los homínidos, que finalmente conduciría a la aparición del Homo Sapiens moderno que se enseñoorea hasta la actualidad en el mundo. (Cabildo, 1999)

El estudio de los homínidos -primates de la familia homínidos- de los cuáles los seres humanos (Homo sapiens) son la única especie viva, proporciona valiosa información sobre las relaciones evolutivas entre el cerebro y la conducta. Esta perspectiva es fascinante por la luz que arroja sobre nuestros antepasados remotos y nos ayuda a

comprender cómo el cuerpo se adapta al entorno a través de la selección natural. (Rosenzweig, 2001)

Los rasgos estructurales y conductuales que consideramos característicos de los seres humanos no se desarrollaron simultáneamente. (Falk, 1993 citado en Rosenzweig, 2001) Nuestro gran cerebro es un acontecimiento relativamente tardío, según una estimación el tronco y los brazos de los homínidos alcanzaron su forma actual hace unos 10 millones de años. Los homínidos comenzaron a caminar sobre dos pies hace más de 3.5 millones de años y las herramientas más antiguas datan aproximadamente de hace 2.6 millones de años. (Rosenzweig, 2001)

Los primeros usuarios de herramientas eran homínidos bípedos conocidos como australopitecus. El endocasto de su cráneo muestra un volumen cerebral de 350 a 400 cm. cúbicos aproximadamente más o menos el del chimpancé actual. Los chimpancés no fabrican herramientas de piedra aunque sí recogen piedras que usan como tales. Pero los australopitecos sí fabricaron y utilizaron herramientas toscas de piedra para cazar y romper los huesos de los animales a fin de poderlos comer. La capacidad para utilizar herramientas redujo la presión de la selección para conservar los dientes y las mandíbulas grandes, por lo que éstos se volvieron continuamente más pequeños que los de los simios y más parecidos a los de los seres humanos actuales. (Rosenzweig, 2001)

Pese a que el encéfalo de los australopitecos no creció mucho -nunca superó los 600 cm. cúbicos- fueron animales de cierto éxito pues vivieron casi sin cambios más o menos desde hace aproximadamente entre 1.5 y 2 millones de años. Análisis de antiguos asentamientos sugieren que estos primeros homínidos vivían en pequeños grupos nómadas formados de entre 20 a 50 individuos cazaban y recogían plantas como alimento, esta actividad como cazadores y recolectores era un nuevo estilo de vida que practicaron los homínidos posteriores.

Hace aproximadamente entre 1.5 y 2 millones de años, cuando desaparecieron los australopitecos apareció el Homo Erectus, este representante temprano del género Homo empezó teniendo una capacidad de unos 700 cm. cúbicos y una cara más pequeña que el Australopithecus, a medida que el Homo Erectus se desarrolló el

encéfalo se hizo progresivamente más grande hasta alcanzar el volumen actual de unos 1400 cm. cúbicos y la cara siguió manteniéndose pequeña.

El Homo Erectus fabricaba herramientas de piedra, utilizaba el fuego y mataba animales grandes la evolución de su encéfalo y el aumento de su capacidad conductual avanzaron con rapidez. (Rosenzweig, 2001)

Cuando apareció el Homo Sapiens, hace unos 200.000 años el volumen cerebral había alcanzado el nivel actual. Así, después de que su tamaño cambiara poco durante los aproximadamente 2 millones de años de uso de herramientas por los Australopithecus, el encéfalo de los homínidos casi triplicó su volumen en los 1.5 millones de años siguientes.

En la actualidad el tamaño parece hallarse en un estado de poca variación, los recientes cambios relativos al estilo de vida en los seres humanos -como la aparición del lenguaje, la introducción de la agricultura y la ganadería (hace unos 10.000 años) y la vida urbana (los últimos pocos miles de años)- han sido realizados y asimilados por un encéfalo que no parece haber alterado su tamaño desde que apareció el Homo Sapiens. Un cambio en cualquier órgano durante la evolución sugiere ventajas en lo referente a la supervivencia de los individuos en ese entorno. (Rosenzweig, 2001)

Un cambio rápido como el del tamaño del encéfalo de los homínidos supone claras ventajas para la supervivencia, por desgracia no es posible examinar directamente el encéfalo de los australopitecos todo lo que tenemos es la información sobre el tamaño y la forma externa proporcionada por los endocastos.

Los chimpancés tienen un encéfalo cuyo tamaño y forma son aproximadamente igual a la de los Australopitecos, pero nunca se les ha visto fabricar una herramienta de piedra siquiera toscamente, cazan presas pequeñas pero no con la frecuencia que nos indican los huesos de presas hallados en estrecha relación con herramientas y fósiles de los Australopitecos. Entonces los datos conductuales sugieren que el Australopiteco es nuestro pariente más cercano y que su progreso hacia la cultura humana es mayor que el del chimpancé actual. (Rosenzweig, 2001)

Al intentar explicar la evolución del cerebro humano y las capacidades especiales del Homo sapiens, diferentes teóricos han hecho hincapié en distintos rasgos conductuales. “Se ha sugerido que la destreza y el uso de herramientas, el lenguaje, la caza en grupo, varios aspectos de la estructura social y la capacidad para planificar el futuro son los principales cambios que han dado lugar a la constelación de rasgos que actualmente poseemos”. (Finlay y Darlington, 1995 citado en Rosenzweig, 2001)

Sobre la base de su análisis de la evolución del cerebro de los mamíferos, Finlay y Darlington sugieren que las múltiples facetas y el rápido ritmo de la evolución humana pueden explicarse por el hecho de que los grandes primates están en la parte de la curva que relaciona el peso de la neo-corteza con el peso del encéfalo, donde pequeños aumentos de éste están asociados a grandes incrementos de aquél. Por lo tanto, “la selección de una única destreza cognitiva puede provocar paralelamente una mayor capacidad de procesamiento para las otras destrezas”. (Rosenzweig, 2001)

Finlay y Darlington citados en Rosenzweig 2001, también sugieren que la neo-corteza como procesador de uso general puede permitir “que el organismo aproveche la estructura cerebral adicional en formas no seleccionadas directamente durante la evolución”. Se sabe que las especificaciones genéticas del encéfalo requieren más de la mitad del genoma humano debido a que existen muchas clases de células y conexiones cerebrales.

Estos mensajes genéticos complejos son vulnerables a accidentes, muchos de los trastornos conductuales conocidos están relacionados con mutaciones de genes individuales. La evolución de los encéfalos grandes es especialmente singular cuando la analizamos en el contexto de los posibles accidentes entre los que podemos mencionar la inmadurez, pues se puede notar que si la información genética es alterada o el ambiente social y natural no da la estimulación adecuada algún problema conductual se puede presentar. (Rosenzweig, 2001)

Sin embargo, no deja de ser impresionante todo lo que un encéfalo humano puede procesar y cómo puede evolucionar de generación en generación, aunque los anatomistas señalan que desde hace unos 150 000 años la constitución corporal del Homo Sapiens moderno y en particular su capacidad craneana prácticamente no se

han modificado pues ya desde entonces era similar a la del Hombre actual por lo que es de suponerse que también su encéfalo haya sido anatómicamente muy parecido al contemporáneo.

Sin embargo el funcionamiento cerebral ha evolucionado en gran escala, tal parece que tuviera nuevas áreas integradas pues con el mismo tamaño se pueden hacer una gran cantidad de cosas diferentes.

Diferentes tipos de estimulación y la capacidad de observación que da un cerebro mejor debió aumentar enormemente sus posibilidades de aprendizaje y la acumulación de conocimientos, el aprendizaje de los ancestros bien podría compararse con el de los niños actuales, que a la manera como lo expresan algunos maestros “parecen esponjas” pues todo lo captan, todo lo aprenden, todo lo quieren saber.

De igual modo podemos pensar que el hombre primitivo todo lo observaba y aprendía, su curiosidad por ver como crecían plantas y animales, como cambiaban la luna, el sol y otros fenómenos naturales, les permitió un pensamiento pre-científico natural, asociando por continuidad unos hechos con otros tal como ocurre con niños pequeños.

### **3.2 Desarrollo del cerebro y la conducta.**

La edad deja su huella en la conducta de todos los animales “Aunque el ritmo, la progresión y el orden de los cambios son especialmente destacados en las primeras etapas de la vida, el cambio es una característica del conjunto de la misma”. (Rosenzweig, 2001)

El proceso desde el óvulo fecundado al organismo maduro es sumamente complicado, imaginemos, si somos capaces, el número de neuronas de un cerebro humano maduro, recientes estimaciones sugieren que hay unos 100 000 millones de neuronas y al menos otras tantas células gliales, las neuronas comprenden muchos tipos de células y forman una inmensa serie de conexiones. El número de sinapsis en una neurona grande individual fluctúa entre varios miles y el número total de conexiones en el cerebro es aproximadamente de 100 billones. Además de existir en grandes cantidades, éstos elementos están dispuestos según patrones diferenciados, ordenados y típicos de la especie (Rosenzweig, 2001). (Dekaban y Sadowsky, 1978 citados en

Rosensweig, 2001) observaron que el peso y volumen del cerebro aumenta muy rápido durante los primeros cinco años y alcanza su valor máximo entre los 18 y 30 aproximadamente, después disminuye gradualmente.

Un nuevo ser humano empieza cuando un espermatozoide de unas 5 ó 6 micras de largo y 2 ó 3 de ancho, atraviesa la pared de un óvulo que tiene 1.5 mm. de diámetro. El óvulo fecundado o cigoto, tiene 46 cromosomas que contienen la receta genética compleja para el desarrollo de un nuevo individuo. Todo se da a tan sólo 12 horas de la concepción, donde la célula individual se ha dividido en dos células y al cabo de tres días éstas se han convertido en una pequeña masa de células homogéneas como un racimo de uvas, de unos 2.0 mm. de diámetro. En una semana el embrión humano emergente presenta tres capas diferenciadas que constituyen el origen de todos sus tejidos.

El sistema nervioso se desarrollará a partir de la capa externa, llamada ectodermo. En el nivel ectodérmico de ésta, ritmos desiguales de la división celular forman una hendidura, la línea primitiva, que constituirá el plano de simetría bilateral. En el extremo cefálico de la hendidura, dos semanas después de la fecundación se forma un conjunto espeso de células. Siguen sobresaliendo crestas del ectodermo en ambos lados de la posición central. La hendidura que hay entre ellas se llama hendidura neural. A partir de este momento el ritmo de los acontecimientos se acelera las crestas neurales se unen para formar el tubo neural y en la parte anterior de éste se hacen visibles tres subdivisiones, que se corresponden con los futuros encéfalo anterior (prosencefalo, que consta del telencefalo y el diencefalo), encéfalo medio (mesencefalo) y encéfalo posterior (rombencefalo, que consta del metencefalo y el mielencefalo). (Rosenzweig, 2001)

El interior del tubo neural se transforma en los ventrículos cerebrales, el canal central de la medula espinal y las vías que los conectan. Hacia el final de la octava semana el embrión humano muestra los inicios rudimentarios de la mayoría de los órganos corporales. El rápido desarrollo del cerebro se refleja en el hecho de que en ese momento el tamaño de la cabeza equivale a la mitad del tamaño total del embrión (Rosenzweig, 2001). Así es como el cerebro surge del tubo neural.

El desarrollo del sistema nervioso puede dividirse en seis fases diferenciadas.

Desde una perspectiva celular el desarrollo del cerebro es una secuencia de fases distintas, la mayoría de las cuales se suceden durante la vida prenatal.

- 1.- Neurogénesis o división mitótica de células no neuronales para producir neuronas.
- 2.- Migración celular o movimientos masivos de células nerviosas o de sus precursores para establecer poblaciones diferenciadas de células nerviosas (núcleos en el SNC, capas de la corteza cerebral, etc.)
- 3.- Diferenciación de las células en tipos característicos de neuronas.
- 4.- Sinaptogénesis o establecimiento de conexiones sinápticas a medida que crecen los axones y las dendritas.
- 5.- Muerte de células neuronales o muerte selectiva de muchas células nerviosas.
- 6.- Nueva disposición de sinapsis o pérdida de algunas sinapsis y desarrollo de otras para perfeccionar las conexiones sinápticas.

La producción de células nerviosas se conoce como neurogénesis, las células nerviosas como tales no se dividen, pero las células que darán origen a neuronas empiezan formando una especie de capa celular sencilla a lo largo de la superficie interna del tubo neural, estas células se dividen y forman gradualmente una capa compacta: la zona ventricular. Las células de esa zona siguen dividiéndose, dando lugar a células hijas que también se dividen. Todas las neuronas y células gliales derivan de células cuyo origen está en una mitosis ventricular de este tipo. A la larga algunas células hijas abandonan la zona ventricular y empiezan a expresar genes que transforman la célula en una neurona o en una célula glial. Estas dos clases de células se separan pronto en la zona ventricular. (Rosenzweig, 2001)

En la mayoría de los mamíferos las células neurales de la capa ventricular siguen formándose hasta el nacimiento, después se producen muy pocas, aunque sí se añaden algunas células nerviosas a ciertas regiones cerebrales. Cada parte del cerebro de un animal tiene “fecha de nacimiento” característica de la especie. Es decir, hay un programa ordenado y cronológico del desarrollo cerebral, y es posible determinar los

días aproximados en que durante el desarrollo grupos concretos de células dejan de dividirse.

En los vertebrados las vías que van desde los orígenes de la célula hasta el sistema nervioso acabado son más complejas. La característica principal de su desarrollo es que el destino de la célula resulta afectado por interacciones célula – célula a medida que las células se separan y asumen que su destino es el adecuado en el contexto de lo que están haciendo las células vecinas. “El desarrollo de los vertebrados está menos determinado desde un punto de vista intrínseco, esto es, está más sujeto a las señales medioambientales y a la experiencia”. (Rosenzweig, 2001)

Tradicionalmente los investigadores del desarrollo del sistema nervioso creían que al nacer la mayoría de los mamíferos tenían todas las células nerviosas de que iban a disponer en su vida. En los últimos años ha cambiado este criterio, sobre todo porque ahora parece que se forman pequeñas neuronas durante un cierto período después del nacimiento y en algunos casos incluso durante la edad adulta. (E. Gould, y otros, 1998, citado en Rosenzweig, 2001)

De hecho, “en la actualidad está claramente demostrado que células nerviosas del órgano terminal olfatorio son sustituidas normalmente a lo largo de la vida. Este proceso implica a un conjunto de células adyacentes a las células receptoras olfatorias que se convierten en neuronas, quizá en respuesta a la muerte progresiva de células nerviosas olfatorias”. (Jacobson, 1991, citado en Rosenzweig, 2001)

Por lo tanto es importante revisar la antigua idea de que en el cerebro adulto no se forman nuevas neuronas. Las neuronas del sistema nervioso en desarrollo están siempre en movimiento. En cierta fase las células que se forman en la capa ventricular mediante la división mitótica se alejan en un proceso conocido como migración celular, y adquieren extensiones cortas en los extremos de la cabeza y de la cola para viajar a través de células gliales radiales. Las que se forman más tarde migran atraídas hacia las superficies de las neuronas (Rakic, 1985 citado en Rosenzweig, 2001). Ciertos fallos en el mecanismo de migración celular se traducen en una enorme disminución de la población de neuronas o una disposición desordenada y, como cabría suponer, trastornos conductuales. (Rosenzweig, 2001)

La fase más intensa de crecimiento dendrítico y formación de sinapsis en la corteza cerebral se produce después del nacimiento. Se ha descubierto que las células recién llegadas al cerebro no se parecen más a las células nerviosas maduras que a las células de otros órganos. Tan pronto alcanzan su destino, no obstante, las células comienzan a usar (expresar) genes particulares para fabricar proteínas concretas que una neurona necesita. Este proceso de diferenciación permite a la célula adquirir el aspecto propio de las neuronas que es característico de su región particular. La influencia de un conjunto de células en el destino de las células vecinas se llama inducción.

La interacción célula – célula coordina el desarrollo dirigiendo la diferenciación para proporcionar el tipo correcto de neurona para cada parte del cerebro. Otra consecuencia de que el desarrollo dependa de interacciones célula – célula como la inducción es que, si unas cuantas células resultan dañadas o muertas, otras responderán a la llamada de los factores inductores y reemplazarán a las células perdidas. Los mayores cambios producidos en las células cerebrales tienen lugar en las fases tempranas de la vida en las ramificaciones y las conexiones entre neuronas. Hay enormes aumentos en la longitud de las dendritas que parecen implicar a procesos semejantes a los involucrados en el crecimiento de los axones. Colectivamente se conoce a estos procesos como sinaptogénesis. (Rosenzweig, 2001)

“Las espinas dendríticas proliferan rápidamente después del nacimiento. Estas conexiones pueden resultar afectadas por la experiencia postnatal. Sin duda, algún tipo de reconocimiento químico une una terminación presináptica a un lugar postsináptico concreto; las características moleculares de este mecanismo de reconocimiento se van develando poco a poco. Por extraño que parezca la muerte celular neuronal es una fase crucial de desarrollo cerebral, especialmente durante las fases embrionarias. Esta fase del desarrollo no es específica del sistema nervioso. La muerte celular que se produce de manera natural, es manifiesta como proceso de modelado en la aparición de otros tejidos tanto en animales como en plantas”. (Oppenheim, 1991 citado en Rosenzweig, 2001)

En el sistema nervioso, sin embargo, el número de células que mueren durante las primeras fases del desarrollo es bastante grande. En algunas regiones del cerebro y la médula espinal la mayoría de las células nerviosas mueren durante el desarrollo prenatal por varios factores, en parte por factores asociados a los objetivos sinápticos de las células, porque todas las células llevan genes de muerte, que se expresan sólo cuando una célula decide morir. (Johnson y Deckwert, 1993; Peter y otros, 1997; L.M. Schwartz, 1992, citados en Rosenzweig, 2001)

Las aferencias (axones que proporcionan input sináptico a una neurona) también ejercen influencia en la muerte neuronal durante el desarrollo. La reducción del input aferente aumenta significativamente la muerte neuronal en varias regiones del sistema nervioso. (Oppenheim 1991, citado en Rosenzweig 2001)

No obstante, el principal factor regulador de la muerte celular neuronal parece ser el resultado de una competición neuronal, compiten por conexiones con estructuras Diana (otras células nerviosas o bien órganos terminales como los músculos). También compiten por una sustancia química fabricada y liberada por la estructura Diana. Las neuronas que reciben una cantidad suficiente de sustancia sobreviven, las que no mueren. Las sustancias derivadas de la Diana se denominan factores neurotróficos y se encargan de alimentar a las neuronas. También algunas de las sinapsis formadas en las primeras fases del desarrollo se retraen pero aunque se pierden algunas sinapsis originales también se forman otras nuevas. Así pues, un término más preciso sería nueva disposición sináptica o remodelado sináptico.

Con el análisis de las fases del desarrollo del cerebro, se infiere que es responsabilidad de cada ser humano propiciar el buen funcionamiento del sistema nervioso, con diversas actividades cotidianas o programadas aunque en los primeros años es responsabilidad de los educadores.

Además de las fases anteriores es necesario que las células gliales mielinicen a los axones, principalmente después del nacimiento, el proceso de mielinización cambia mucho la velocidad a la que los axones transportan los mensajes, tiene un fuerte impacto en la conducta pues afecta profundamente a la rapidez del impulso nervioso e influye en el orden temporal de acontecimientos del sistema nervioso. Los trastornos

que alteran la mielina en la edad adulta (como la esclerosis múltiple) tienen efectos devastadores. (Rosenzweig, 2001)

En el seno de la corteza cerebral las zonas sensoriales son mielinizadas antes que las zonas motoras, en correspondencia las funciones sensoriales maduran antes que las funciones motoras. El crecimiento y el desarrollo del cerebro reflejan la interacción de factores intrínsecos y extrínsecos, son muchos los factores que influyen en la aparición de la forma, las disposiciones y las conexiones del cerebro en desarrollo. Una influencia son los genes que dirigen la producción de todas las proteínas que la célula puede fabricar.

Los genes constituyen una influencia primordial en todo desarrollo, incluido el del cerebro de los vertebrados. Los genes son concebidos como factores intrínsecos, es decir, factores que tienen su origen dentro de la propia célula en desarrollo. Todas las demás influencias son extrínsecas, o sea, que tienen su origen fuera de la célula.

En los mamíferos que dependen de nutrientes proporcionados por la madre durante el desarrollo, un factor extrínseco importante es que el feto reciba los nutrientes necesarios para llevar a cabo las instrucciones genéticas. La ausencia de alimentos o la presencia de sustancias químicas que dificulten la distribución de aquellos pueden tener efectos capitales en el desarrollo cerebral.

Otra clase importante de factores extrínsecos en todos los vertebrados son las interacciones célula \_ célula, que una célula exprese un gen particular, adopte una forma concreta o ejecute una tarea específica puede depender de si las células vecinas ejercen una influencia inductiva.

El reconocimiento de que las interacciones célula \_ célula son muy importantes en el desarrollo cerebral permitió el descubrimiento de otro factor extrínseco: la actividad neural (Rosenzweig, 2001). Se sabe que en ocasiones la actividad eléctrica de una neurona puede afectar al destino de otras células (que vivan o mueran) y determinar si se mantienen o no las sinapsis.

Además “la capacidad de la actividad neural para controlar el desarrollo cerebral identifica otra influencia: la experiencia”. (Rosenzweig, 2001)

La experiencia puede darse de la propia conducta del organismo en desarrollo que genera experiencia sensorial, así como de los sucesos del entorno (sonidos, luces, olores, etc.) de este modo, la experiencia puede alterar las conexiones del cerebro en desarrollo, afectando con ello a la conducta de un individuo en la edad adulta. (Rosenzweig, 2001)

Pese a la importancia de los genes en el desarrollo del sistema nervioso, la comprensión del genoma nunca será suficiente para conocer el cerebro en desarrollo, porque la experiencia también controla las neuronas en desarrollo. Los éxitos y los fracasos de la experiencia temprana pueden afectar al crecimiento y al desarrollo de los circuitos cerebrales.

“Se conoce mejor el papel de la experiencia en la orientación del desarrollo neural en el sistema visual. Algunas observaciones clínicas de seres humanos sugieren que una colocación inusual de los ojos durante las fases tempranas del desarrollo modifica conexiones neurales del cerebro. Experimentos de privación visual con animales, pusieron de manifiesto cambios estructurales en las neuronas corticales visuales: pérdida de espinas dendríticas y una reducción de la densidad sináptica. Si se mantiene la privación varias semanas durante el desarrollo, cuando los animales abran los ojos estarán ciegos”. (Rosenzweig, 2001)

Así pues, la experiencia visual temprana es esencial para el adecuado desarrollo de la visión. Hay períodos sensibles durante los cuales estas manipulaciones de la experiencia pueden ejercer efectos de larga duración en el sistema y después del período sensible las manipulaciones tienen poco o ningún efecto. (Rosenzweig, 2001)

Las experiencias en otros sentidos también afectan al desarrollo neural, muchos experimentos prueban que los estímulos sensoriales influyen en el desarrollo del cerebro con respecto a la estructura y a la función. (Katz y Shtaz, 1996 Citados en Rosenzweig, 2001)

Los efectos de la experiencia difieren en función de variables como la edad del sujeto, la duración de la experiencia y el tipo de estimulación. “Se ha descubierto que la variación de la experiencia individual durante las primeras fases del desarrollo altera muchos aspectos de la conducta, la anatomía cerebral y la química cerebral”. (E.L.

Bennett y otros, 1964; Gottlieb, 1976; Rosenzweig y Bennett, 1977, 1978, citados en Rosenzweig, 2001)

La propia conducta modificada indica que la experiencia temprana afecta al desarrollo del cerebro, el desarrollo defectuoso del cerebro puede producirse como consecuencia de trastornos no controlados genéticamente, algunos son metabólicos como la fenilcetonuria otros, como el síndrome de Down, están relacionados con alteraciones cromosómicas.

En la fenilcetonuria, el defecto básico es la ausencia de la enzima necesaria para metabolizar la fenilalanina, un aminoácido presente en muchos alimentos, tiene como consecuencia, retraso mental. En el síndrome Down, las anomalías cerebrales varían. En la mayoría de los Down hay un CI muy bajo. Un modelo de ratón que incluye un cromosoma da como resultado cambios estructurales y conductuales análogos al síndrome de Down en los humanos. (C.J. Epstein, 1986 citado en (Rosenzweig, 2001)

Pero muy probablemente, la causa más frecuente de retraso mental heredado es la afección conocida como síndrome de fragilidad del cromosoma X, que es producida por un lugar frágil de ese cromosoma. Las personas que sufren esta anomalía tienen un aspecto facial modificado, incluido el alargamiento de la cara, las orejas grandes y prominentes, y una barbilla saliente. Una amplia gama de deterioros cognitivos de retraso leve a grave, se asocian con este síndrome. (Baumgardner y otros 1994, citado en Rosenzweig 2001)

La exposición a algunas adicciones durante el embarazo (como el alcoholismo) puede dañar el desarrollo neural. Aproximadamente el 40% de los niños nacidos de madres alcohólicas muestran un perfil característico de deterioros anatómicos, fisiológicos y conductuales conocido como síndrome alcohólico fetal, el problema más frecuente es retraso mental. También son hiperactivos, irritables, tiemblan y presentan otros signos de inestabilidad motora. Aunque no tengan anomalías físicas, muestran a menudo deterioros neurofisiológicos (Mattson y otros, 1998 citado en Rosenzweig, 2001). El síndrome alcohólico fetal es ejemplo de la estimulación negativa del desarrollo cerebral.

El cerebro sigue cambiando mientras nos hacemos mayores, primero evoluciona para dar gran número de habilidades, después de la tercera década de vida comienzan

cambios celulares específicos de regiones determinadas. Más obvia incluso que la reducción del número de células es la pérdida de conexiones sinápticas especialmente en regiones corticales frontales. Sin embargo, pueden hallarse conos del crecimiento en los terminales dendríticos de células corticales de gente mayor, lo que indica que algunas formas de plasticidad sináptica se mantienen a lo largo de la vida. (Rosenzweig, 2001)

### **3.2 Maduración cerebral.**

Cuando se estudia el comportamiento de los niños ya sea médica, psicológica o pedagógicamente es interesante observar los cambios que se suceden en sus funciones nerviosas a diferentes niveles de integración, los que se llevan a cabo de acuerdo con su edad cronológica y experiencias cotidianas y propiciadas.

Para dichos cambios se pueden usar los términos “maduración o desarrollo” (Nieto, 1987).

El siguiente capítulo detalla el desarrollo del sistema nervioso minuciosamente, pues al comprenderlo, se propiciarán acciones madurativas más fácilmente.

Para hablar de maduración se debe entender qué es conducta, pues a través de ella se puede determinar la maduración. Conducta es todo movimiento que resulta de la interacción entre el sistema neuomioendocrino y un estímulo que dio lugar a él. Es a través de las conductas como se puede identificar una buena maduración cerebral o retraso en la misma. La maduración estructural tiene de base el equipo genético del individuo, por medio del cual se forman los circuitos funcionales responsables del aprendizaje fisiológico. (Nieto, 1987)

Las tres funciones básicas de esta maduración estructural son: la mielinización, la neurotransmisión y la plasticidad neuronal. (Nieto, 1987)

Generalmente cuando éstas tres funciones son óptimas, el desarrollo integral es adecuado, sin embargo si alguna es obstaculizada pueden manifestarse algunos trastornos, entre ellos inmadurez o retraso en el desarrollo.

A su vez, “el proceso de maduración depende de la organización y diferenciación celular caracterizados por el crecimiento axonal y dendrítico, la sinaptogénesis, la muerte axonal y celular y la mielinización axonal”. (Kolb y Fantie 1989, citado en Roselli, 2011)

“Las alteraciones en cualquiera de estos mecanismos pueden dar como resultado anomalías estructurales en el desarrollo cortical que pueden tener repercusiones en el desarrollo cognoscitivo y éstas serán evidentes cuando la función emerja dentro de los que se incluyen los trastornos del aprendizaje y el retardo mental”. (Matute, 2007)

Durante la etapa fetal ocurren los procesos esencialmente madurativos que van a dar la forma final del sistema nervioso. Cuando inicia el periodo fetal comienza el periodo de crecimiento más dramático en la dimensión radial de las vesículas cerebrales, principalmente de la pared de la vesícula teleencefálica de la cual nace la corteza cerebral. (Roselli, 2011)

La corteza se expande primero rostralmente para formar los lóbulos frontales, luego dorsalmente para los lóbulos parietales. Posterior e inferiormente para lóbulos occipitales y temporales. Los primeros surcos de la corteza cerebral aparecen hacia los 150 días de gestación. Los surcos secundarios y primera mielinización hacia los 180 días. El desarrollo del sistema nervioso no puede esperar por lo que es importante el cuidado materno, se sabe que la desnutrición materna puede obstaculizar el adecuado desarrollo cerebral de los niños. (Roselli, 2011)

El proceso de desarrollo y maduración encefálica se completa en el humano hasta después del nacimiento, circunstancia por la cual, cualquier interferencia en ese proceso de maduración neurológica provocará en el niño una serie de problemas psicológicos y conductuales. Esta situación es comprobatoria de que tanto en el humano, como en otras especies, la conducta está directamente relacionada con las condiciones del sistema nervioso. (Cabildo, 1999)

La complejidad de la corteza cerebral se correlaciona con el desarrollo de conductas cognoscitivamente más elaboradas. La etapa comprendida entre el segundo mes y el sexto año de vida se denomina la primera infancia. El inicio de la primera infancia se

caracteriza por una mayor complejidad de conductas sensoriales, perceptuales y motoras. Se observa un importante incremento en la capacidad de respuesta del niño a los estímulos del medio ambiente. Estos cambios comportamentales se correlacionan con un mayor desarrollo de conexiones entre áreas cerebrales, principalmente de asociación. (Matute, 2011)

Los cambios electroencefalográficos corroboran los cambios a nivel cortical. Hacia el cuarto mes de vida, se puede registrar un ritmo lento estable en la corteza occipital, que gradualmente se va convirtiendo en un ritmo alfa. Las neuronas continúan su proceso de mielinización, que se extiende durante la segunda infancia (de los seis a los doce años aproximadamente) y la adolescencia (de los 12 a los 18 años) y se correlaciona con el desarrollo de funciones cognitivas cada vez más complejas. (Matute, 2011)

Durante el primer año la plasticidad cerebral es máxima, “con la edad y la estimulación ambiental, la plasticidad va disminuyendo pero no desaparece totalmente. Durante toda la vida se mantiene algún nivel de plasticidad cerebral. Sin embargo, se modifica el grado de cambio que puede tener la experiencia y la intensidad necesarias para producir el cambio”. (Matute, 2011)

Es importante propiciar experiencias para que se aproveche ese nivel de plasticidad cerebral, sobre todo en los niños que muestran en sus conductas determinada inmadurez cerebral.

El desarrollo de las funciones corticales es un interés central de la neuropsicología infantil, por lo que se comentan brevemente a continuación.

A nivel de macroestructuras se encuentra que las zonas primarias motoras y sensoriales son las primeras en madurar. Las zonas primarias sensoriales son específicas para procesar los estímulos sensoriales (visual, auditivo o somatosensorial) y las motoras se encargan de la actividad motora. Estas áreas son completamente operativas al final del primer año de vida.

Las áreas secundarias integran la información de modalidad específica y son completamente operativas a la edad de cinco años. Las áreas terciarias sensoriales y motoras, llamadas de asociación o supramodales, se ubican en los lóbulos parietales,

temporales, occipitales y zona prefrontal. Estas son las últimas en madurar y son funcionales entre los cinco y los ocho años de edad. Su maduración permite el aprendizaje de la lectura, la escritura, las matemáticas y en general, de las funciones cognitivas superiores que permiten tener una ejecución propositiva. (Matute, 2007)

Lo anterior se puede relacionar con lo que se ha llamado procesos de aprendizaje, es decir, los niños logran ciertas habilidades de acuerdo a su desarrollo cerebral. A continuación se subrayan algunas conductas observables en un contexto en el que hay cambios relacionados con el desarrollo y la maduración neurológica.

Las habilidades motoras más complejas (sentarse, caminar, etc.) se desarrollan progresivamente en forma paralela a la mielinización cerebral.

La producción del lenguaje obedece, al menos parcialmente, a una mayor complejidad de las estructuras corticales motoras.

La iniciación del lenguaje se produce de manera gradual a partir del segundo año de vida. Generalmente se observa un desarrollo paralelo entre el lenguaje y el comportamiento motor, aunque ambos son independientes.

La adquisición del vocabulario es un proceso lento. Si bien la estimulación ambiental es decisiva para el desarrollo adecuado del lenguaje, éste es también en gran parte resultado del proceso de maduración cerebral. (Matute, 2007)

En ocasiones se cree que por el hecho de que los niños puedan pronunciar las palabras ya dominan el vocabulario, pero no es así, en verdad, es un proceso lento, pues la comprensión y uso del lenguaje debe enseñarse y ejercitarse cotidianamente, en la escuela y en la familia. Así podrá evolucionar el uso del lenguaje y al mismo tiempo se propiciara más el proceso de maduración cerebral.

El control de los movimientos finos y el desarrollo de habilidades simbólicas son indispensables para una adecuada adquisición del lenguaje. (Matute, 2007)

El cambio cortical más prominente se observa entre los dos años, época de iniciación del lenguaje y los doce años de edad, etapa en la que se logra la adquisición completa

de interconexión neuronal, se reduce el número de sinapsis y se incrementa la complejidad de las arborizaciones dendríticas.

El desarrollo del lenguaje no es un proceso aislado, sino que se encuentra ligado al proceso físico, psicológico y social del niño.

Las interrupciones o distorsiones en este proceso suelen tener repercusiones importantes en la maduración intelectual y psicológica del niño. El niño completa su repertorio fonológico después de los cuatro años de edad. (Matute, 2007)

En cuanto al conocimiento visoespacial, aún no está claramente establecido el momento del desarrollo en que el hemisferio derecho se especializa en el reconocimiento espacial, pero parecería que ocurre después de que el hemisferio izquierdo se especializa en habilidades verbales.

Después de los tres años, el niño adquiere una mayor capacidad de análisis visoperceptual.

La orientación derecha – izquierda parece organizarse entre los 5 y 8 años de la siguiente manera: a) inexistencia del concepto de orientación derecha – izquierda (5 años); b) comprensión personal del concepto de derecha – izquierda (de 6 a 8 años) y c) generalización del concepto de derecha – izquierda al mundo externo (8 años en adelante). (Matute, 2007)

Algunos autores relacionan este desarrollo con la mielinización de la formación reticular, de las comisuras cerebrales y de las áreas intracorticales de asociación. (Roselli, 2011)

Siempre es importante la reiteración de temas académicos planteada en los programas de educación primaria, pues con ella se confirma la comprensión del tema y se propicia la mielinización del área correspondiente.

La reiteración de temas también ayuda a desarrollar la memoria, la cual interviene en muchos procesos cognoscitivos (como la adquisición del lenguaje) y, a su vez, varias funciones cognoscitivas (como la atención) pueden ser mediadoras de funciones mnésicas.

“La participación del hipocampo y sus conexiones con otras estructuras límbicas en la retención de memorias a largo plazo ha sido ampliamente reconocida. El hipocampo inicia su desarrollo hacia el tercer mes de gestación, pero la maduración completa solamente se logra después de varios años de nacido el niño”. (Matute, 2007)

El incremento en la capacidad de memoria que se observa con la edad, está relacionada con el cambio de estrategias de memoria (metamemoria) más que con el incremento del volumen de la misma.

A medida que el niño crece, mayores estrategias de mediación incrementan la capacidad de memoria. Parecería entonces que con el desarrollo cerebral no se incrementa la capacidad de almacenamiento de cada neurona, sino que se produce un incremento en el número de neuronas que participan en el proceso de memorización. (Matute, 2007)

Para que haya más neuronas participando en el proceso de memorización, es indispensable que haya experiencias que propicien la maduración mnémica.

Las funciones ejecutivas y su relación con la maduración.

El término funciones ejecutivas se ha utilizado para referirse a un conjunto de funciones cognoscitivas que ayudan al individuo a mantener un plan coherente y consistente, el cual le permite el logro de metas específicas. Dentro de esas funciones se incluyen la planeación, el control de impulsos, la búsqueda organizada, la flexibilidad del pensamiento y el autocontrol del comportamiento. (Matute, 2007)

El niño gradualmente va adquiriendo más funciones ejecutivas, poco a poco va desarrollando la capacidad para resolver problemas complejos y utilizar estrategias metacognoscitivas. (Matute, 2007)

Las estrategias de autocontrol y automonitoreo, tales como tratar de mejorar la ejecución en una tarea particular o tener conocimiento de la capacidad que se tiene para desarrollar dicha tarea, solamente se inician hacia los cuatro años y alcanzan su máxima representación entre los seis y los ocho años. Los lóbulos prefrontales no logran su madurez funcional completa sino hasta la adultez temprana. (Matute, 2007)

La familia, la escuela y la sociedad, conscientes de tener seres humanos en desarrollo, pueden propiciar su participación en diferentes actividades de su interés para apoyarlos en su sano desarrollo mental y para impulsarlos a formar una mejor sociedad.

# Método

## **V Método.**

### **5.1. Objetivo general de estudio.**

- Relacionar la maduración cerebral con el rendimiento académico de un grupo de alumnos de tercer grado de primaria de una escuela pública estatal de acuerdo con sexo (masculino y femenino).

### **5.2. Objetivo específico.**

- Conocer la maduración cerebral de un grupo de alumnos de tercer grado de educación primaria y su relación con su rendimiento académico.

### **5.3. Planteamiento del problema.**

Plantear el problema significa afinar y estructurar más profundamente la idea de investigar. (Hernández, 2006)

A partir del 2006, El Sistema Educativo Nacional ha tratado de conocer el rendimiento académico de los estudiantes de educación primaria a través de la prueba ENLACE, misma que hasta 2011 le ha reportado resultados poco favorables pues el 61.7% de la población estudiantil de primaria de tercero a sexto se encuentran en el nivel de insuficiente y elemental en rendimiento académico. Por lo que la SEP ha buscado diversas estrategias que mejoren ese rendimiento de los estudiantes desde 5 años atrás. Ha propiciado la actualización de los docentes, ha implementado la Reforma de los Planes y Programas de Estudio y ha involucrado a los padres de familia. Sin embargo a nivel nacional el rendimiento sigue por debajo de lo deseable. Llama la atención saber qué pasa con los niños que integran esos niveles, pues en los mismos grupos hay niños sobresalientes que se encuentran en el nivel de excelencia.

Se sabe que “se necesita un cierto grado de maduración en la percepción visomotora para que el niño pueda aprender a leer” y que “la capacidad de atención es una función psicológica básica para la buena adaptación académica y se relaciona con la función visomotora”. (Bender, 2011) Además, “Las dificultades en el rendimiento escolar deben

ser investigadas en las áreas: (1) Psicológica, (2) Fisiológica, (3) Social, (4) Pedagógica, (Bricklin y Bricklin, 1971) para saber cuáles influyen en las mismas.

Muchos autores concuerdan en la necesidad de relacionar la maduración e integridad de las funciones básicas con un desempeño escolar eficiente en los primeros años de vida, asegurando que “los niños aprenden normalmente cuando ciertas integridades básicas están presentes”. (Condemarín, 1975)

Carl Sagan, citado en (Springer, 1994) comenta que “para resolver problemas complejos cambiando las circunstancias, se requiere la actividad de ambos hemisferios cerebrales: el camino hacia el futuro pasa a través del cuerpo calloso.”

Téllez (2002) menciona que “el desarrollo psicológico de los niños está ligado de manera inseparable al desarrollo del sistema nervioso y que a medida que el cerebro va alcanzando niveles madurativos cada vez más altos, los procesos psicológicos van alcanzando una mayor complejidad”.

Resultó entonces muy interesante saber con qué maduración cerebral se enfrentan los niños a los exámenes de su grado y el rendimiento académico que con ésta obtienen, pues como Cohen dice: “El niño que se queda atrás de sus compañeros por razones de su desarrollo debe ser protegido, obviamente, contra toda humillación y vergüenza, así como el niño que da el salto a una nueva comprensión debe ser apoyado en su crecimiento hacia adelante”. (Cohen, 2001)

Tal vez conociendo el nivel de maduración cerebral en los educandos se podrán tomar medidas más pertinentes para apoyar su desarrollo.

Por ello, se consideró de gran interés enfocar ésta investigación en la relación que existe entre maduración cerebral y rendimiento académico en primaria.

Planteando la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se relaciona la maduración cerebral de los alumnos de tercer grado con su rendimiento académico?

## **5.4 Hipótesis.**

Kerlinger menciona que una hipótesis es un enunciado conjetural de la relación entre dos o más variables. Las hipótesis se presentan en forma de enunciados declarativos y relacionan de manera general o específica variables con variables. (Kerlinger, 1984)

Hi. Existe relación estadísticamente significativa entre la maduración cerebral y el puntaje obtenido en rendimiento académico de los alumnos de tercer grado de primaria de una escuela oficial.

Ho. No existe relación estadísticamente significativa entre la maduración cerebral y el puntaje obtenido en rendimiento académico de los alumnos de tercer grado de primaria de una escuela oficial.

## **5.5 Tipo de estudio o investigación.**

El tipo de estudio que se utilizó fue Estudio de campo y de prueba de hipótesis.

Estos estudios son investigaciones científicas ex post facto tendientes a descubrir las relaciones e interacciones entre las variables de carácter sociológico, psicológico y pedagógico en las estructuras sociales reales.

En un estudio de campo el investigador observa la situación social o institucional y luego examina las relaciones entre actitudes, valores, percepciones y conductas de los individuos y de los grupos. De ordinario no manipula variables independientes

Estos estudios son potentes en cuanto a realismo, significancia, fuerza de variables, orientación de la teoría y cualidad heurística. (Kerlinger, 1984)

Es evidente el realismo de los estudios de campo. Entre todos los tipos de estudio son los que mejor reflejan la vida real. No puede haber ningún motivo para acusarlos de artificialidad.

Aunque la significancia social de los estudios de campo es a todas luces una ventaja, sin la vigilancia científica se debilita la investigación social y pedagógica.

Son abundantes las posibilidades de descubrimiento que nos ofrece el campo.

La investigación se realizó con la aplicación del Test Gestáltico Visomotor de Lauretta Bender, el cual analiza y evalúa cómo estructuran los sujetos los estímulos perceptuales (Bender, 2011) a un grupo de 96 alumnos de tercer grado de una primaria pública, para después establecer su relación con las calificaciones bimestrales de los mismos.

## **5.6. Definición de variables.**

Los científicos designan, de una manera un tanto vaga, con el término “variables” a las construcciones hipotéticas o propiedades que estudian”. Una variable es “una propiedad que adquiere distintos valores”, “es un símbolo al que se le asignan numerales o valores”. (Kerlinger, 1984)

A las variables se les puede definir de manera conceptual o constitutiva u operacional. La conceptual define una construcción hipotética por medio de otras y la operacional asigna significado a una construcción hipotética o a una variable mediante la especificación de las actividades u operaciones necesarias para medirla. En esta investigación se usaron las operacionales.

Las variables de esta investigación son:

Maduración cerebral.

Conceptual.

“Serie de eventos organizados y correlacionados con la neuroanatomía, la bioquímica, la actividad conductual y los demás procesos inherentes a la actividad nerviosa, que implican cambios funcionales cada vez más complejos”. (Padilla, 2008)

Operacional.

Se midió la maduración cerebral de los alumnos de tercer grado de una escuela oficial utilizando el Test Gestáltico Visomotor de Lauretta Bender, que permite obtener un puntaje directo que se transforma en edad maduracional. Para la correlación se usó el puntaje directo.

Rendimiento académico.

Conceptual.

“El rendimiento académico es el grado de éxito o fracaso académico, fijado en función del logro de las metas académicas, en términos de objetivos de aprendizaje alcanzados, de calificaciones obtenidas individualmente o en grupo y de la relación entre habilidades psicológicas y calificaciones logradas”. (Galan, 1998 citado en Rodríguez, 2004)

Operacional.

El rendimiento académico de los alumnos, se obtuvo del promedio de calificaciones de los primeros tres bimestres asentadas en sus boletas de calificaciones. Considerando que: 5 corresponde a insuficiente, 6 y 7 suficiente, 8 y 9 satisfactorio y 10 destacado.

### **5.7. Universo de estudio.**

El universo de estudio “es el conjunto de todas las cosas que concuerdan con determinadas especificaciones”. (Hernández, 2006)

La población objeto de estudio fue una escuela primaria con un total de 500 alumnos.

### **5.8 Muestra.**

La muestra fue no probabilística pues no se empleó extracción aleatoria.

Fue intencional ya que se caracterizó por el empleo del criterio para obtener muestras representativas, mediante la inclusión de áreas típicas o grupos supuestamente típicos en la muestra.

También fue accidental por tratarse de un grupo ya establecido en una escuela.

(Kerlinger, 1984)

La muestra estuvo formada por 96 alumnos de tercer grado de una primaria pública.

## 5.9. Selección del instrumento.

Se utilizó el Test Gestáltico Visomotor de Lauretta Bender, el cual sirve para evaluar la maduración perceptiva, posible deterioro neurológico y ajuste emocional sobre la base de un solo protocolo. Es de fácil aplicación, consta de 9 tarjetas que los evaluados copian en hojas blancas y una hoja para evaluar. Para esta investigación se evaluó solamente la maduración perceptiva.

Confiabilidad y validez.

Al inicio el Bender únicamente se evaluaba cualitativamente pero esta evaluación no era suficiente, por lo que Koppitz, E.M. y otro psicólogo diseñaron una escala cuantitativa, la cual aplicaron en muchas de sus investigaciones en las que analizaron los ítems.

El resultado de estas reevaluaciones y modificaciones es el Sistema de Puntaje de Maduración para el Bender infantil que se emplea en la mayor parte del material presentado en el libro de Elizabeth Munsterberg Koppitz "El Test Gestáltico Visomotor para niños. (Koppitz, 1997)

Confiabilidad.

Se deben considerar dos aspectos del sistema para demostrar su confiabilidad: el acuerdo entre diferentes examinadores que usan la misma escala independientemente y 2 la consistencia de los puntajes de sujetos a los que se les administró el Bender más de una vez.

1.- Confiabilidad de los examinadores.

Miller, Loewenfeld, Lindner y Turner (1962) estudiaron la confiabilidad del sistema de Puntaje de Maduración del Bender. Cada uno de ellos puntuó independientemente 30 protocolos de pequeños pacientes. También se enviaron copias de los registros del Bender a Koppitz, E.M., para que los evaluara. Se obtuvieron las correlaciones producto-momento de Pearson entre los puntajes asignados por los 5 examinadores. Todas las correlaciones fueron altamente significativas e iban de 0.88 a 0.96. (Koppitz, 1997)

2 Confiabilidad de los puntajes.

Koppitz E.M., examinó dos clases de jardín de infantes y dos clases de primer grado para estudiar la confiabilidad. Empleó el Coeficiente de Rangos de Kendall para computar el coeficiente de confiabilidad entre los puntajes obtenidos entre la primera y la segunda administración. Todas las correlaciones fueron significativas al nivel del 0.001, en consecuencia, el Sistema de Maduración es confiable y puede ser empleado con considerable confianza. (Koppitz, 1997)

### **5.10. Diseño de la investigación.**

El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea, el diseño señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio y para contestar las interrogantes de conocimiento que se ha planteado. (Rojas, 1992)

El diseño de investigación, es el conjunto de procesos específicos y procedimientos que sirve de guía para llevar a cabo un trabajo de investigación. (Pick, 1980)

El diseño fue no experimental de campo.

Transversal de tipo correlacional.

En la presente investigación se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Selección del tema de investigación.
- Selección del instrumento de evaluación. Test Gestáltico Visomotor de Lauretta Bender.
- Elección de la población. Una primaria oficial.
- Solicitud a la supervisión escolar 124-P para realizar la investigación.
- Determinación de la muestra. Alumnos de tercer grado de la primaria oficial.
- Aplicación del test Bender para obtener el puntaje directo.
- Recopilación de las calificaciones bimestrales de los participantes.

- Calificación del instrumento aplicado.
- Concentración de datos.
- Procesamiento de la información utilizando la  $r$  de Pearson.
- Análisis de los resultados.
- Elaboración de las conclusiones.

### **5.11 Captura de la información.**

Para obtener información acerca de la madurez cerebral, se utilizó el Test Guestáltico Visomotor de Laurretta Bender, se aplicó a todos los alumnos existentes de tercer grado de una escuela primaria de la zona 124, establecida en la Col. Agrícola Lázaro Cárdenas de Metepec, México.

La aplicación se realizó de manera colectiva, en grupos de 10 en 10, en la biblioteca de la escuela.

Se calificaron todos los test y se concentraron los resultados en un cuadro para después poder llevar a cabo el procesamiento de la información.

La prueba se calificó con la escala de Koppitz, ya que su confiabilidad y validez son altas y además se han efectuado investigaciones con diferentes tipos de población en los que se han obtenido resultados satisfactorios. (Esquivel, 1994)

Para calificar la prueba con la Escala de Maduración de Koppitz, se consideraron todos los indicadores que conforman la escala. Se puntuaron como uno o cero, esto es como presente o ausente. Para asignar la puntuación de uno tuvo que ser muy claro el error. Si había duda se marcaba con cero.

Se sumaron todos los puntos formando una puntuación compuesta.

Se utilizó la tabla que contiene los datos normativos de la calificación del Bender y sus edades equivalentes. Aunque lo que más interesaba era el puntaje directo para correlacionarlo con el rendimiento académico medido por sus promedios bimestrales.

## 5.12. Procesamiento de la información.

Con el procesamiento de la información se estableció la relación que existe entre las variables para aceptar o rechazar las hipótesis planteadas.

La captura de datos se realizó con el programa SPSS del cual se seleccionó el coeficiente de correlación  $r$  de Pearson, que refleja el grado de dependencia lineal entre dos conjuntos de datos.

La “ $r$ ” de “Pearson”, se determina con la siguiente fórmula:

$$r = \frac{N (\sum XY) - (\sum X) (\sum Y)}{\sqrt{(N (\sum X^2) - (\sum X)^2) (N (\sum Y^2) - (\sum Y)^2)}}$$

Donde:

$R$  = coeficiente de correlación Pearson

$N$  = el número total de puntajes de  $X$  y  $Y$

$X$  = el puntaje crudo de la variable  $X$

$Y$  = el puntaje crudo de la variable  $Y$

$E$  = sumatorio

$\Sigma$  = sumatorio

Hipótesis a probar: Correlacional, de tipo de “A mayor  $X$ , mayor  $Y$ ” “A mayor  $X$ , menor  $Y$ ” “Altos valores en  $X$  están asociados con altos valores en  $Y$ ”. Altos valores en  $X$  se asocian con bajos valores en  $Y$ ”. (Hernández, 2006)

Si “ $r$ ” es menor del valor 0.05, se dice que el coeficiente es significativo en el nivel de 0.05, 95 % de confianza en que la correlación sea verdadera y 5% de probabilidad de error. (Hernández, 2006)

Algoritmos.

Si  $r_c$  mayor o igual que  $r_t$  NO SE ACEPTA  $H_0$

Si  $r_c$  menor que  $r_t$  SE ACEPTA  $H_0$

Donde:

$r_c$  = valor de correlación obtenida.

$r_t$  = valor de correlación de tablas.

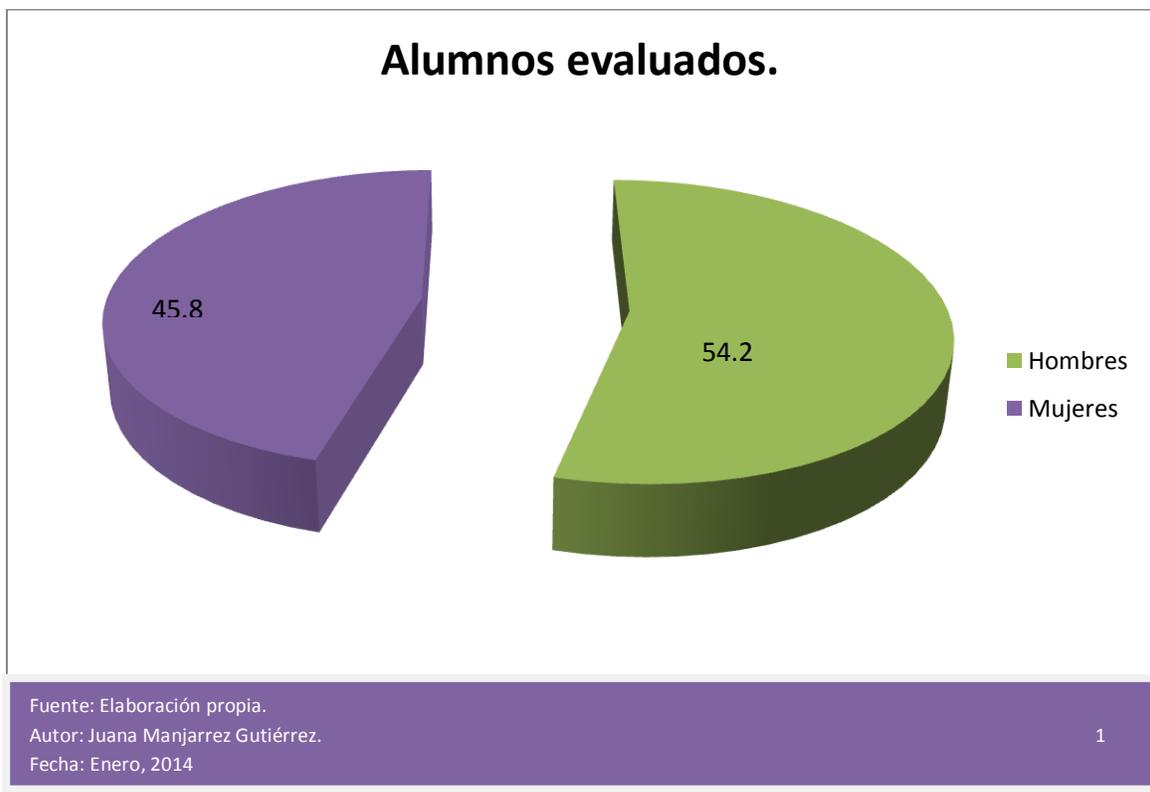
La tabla de nivel de medición del mismo autor es la siguiente:

- 1.00 = correlación negativa perfecta.
- 0.90 correlación negativa muy fuerte.
- 0.75= correlación negativa considerable.
- 0.50= correlación negativa media.
- 0.10= correlación negativa débil.
- 0.00= no existe correlación alguna entre las variables.
- + 0.10= correlación positiva débil.
- + 0.50= correlación positiva media.
- + 0.75= correlación positiva considerable.
- + 0.90= Correlación positiva muy fuerte.
- + 1.00= Correlación positiva perfecta.

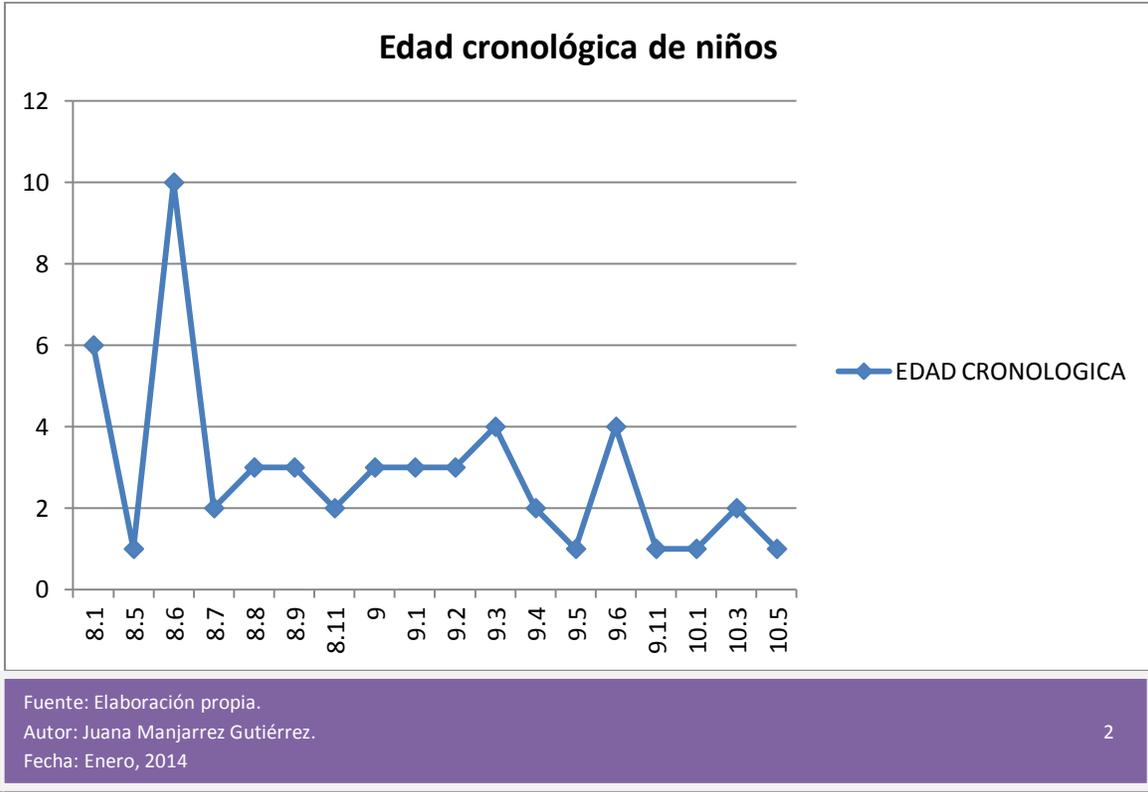
# Resultados.

## VI Presentación de resultados.

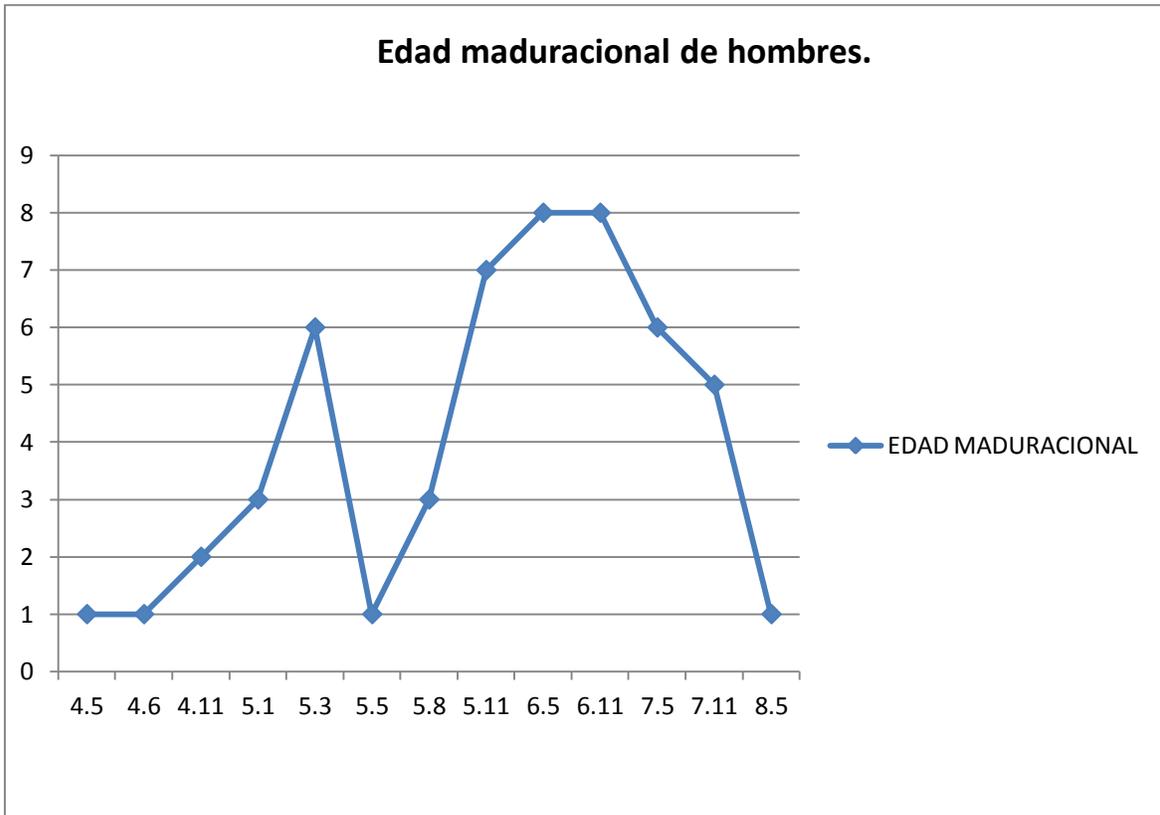
En este apartado se pueden observar las características de la muestra, tales como sexo y número total de participantes, niveles de maduración cerebral de hombres y mujeres, edades cronológicas y maduracionales y promedios bimestrales. También se muestran los coeficientes de correlación de hombres y de mujeres establecidos con puntajes directos del Bender y promedios bimestrales con la  $r$  de Pearson.



La gráfica muestra el sexo y número total de participantes en la investigación. Participaron 96, de los que 52 fueron hombres y 44 mujeres.



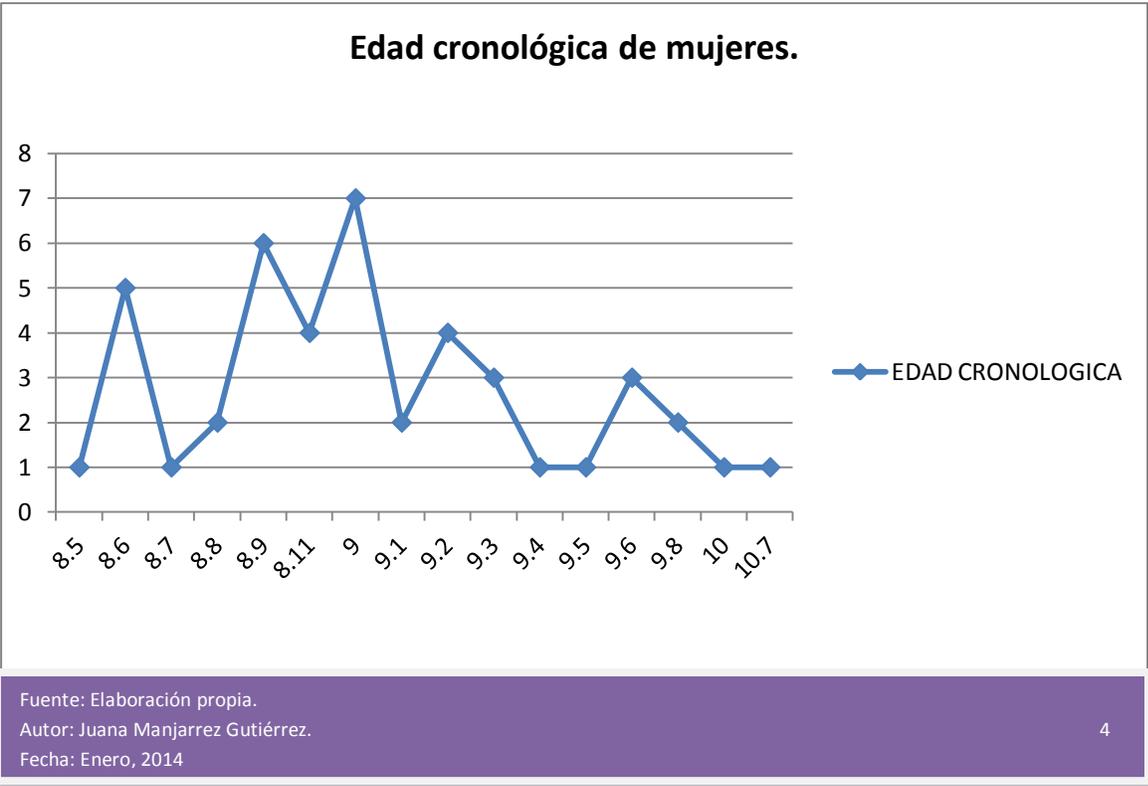
En la gráfica se presentan las edades cronológicas de los hombres participantes. La muestra integró niños desde 8.1 a 10.5 años.



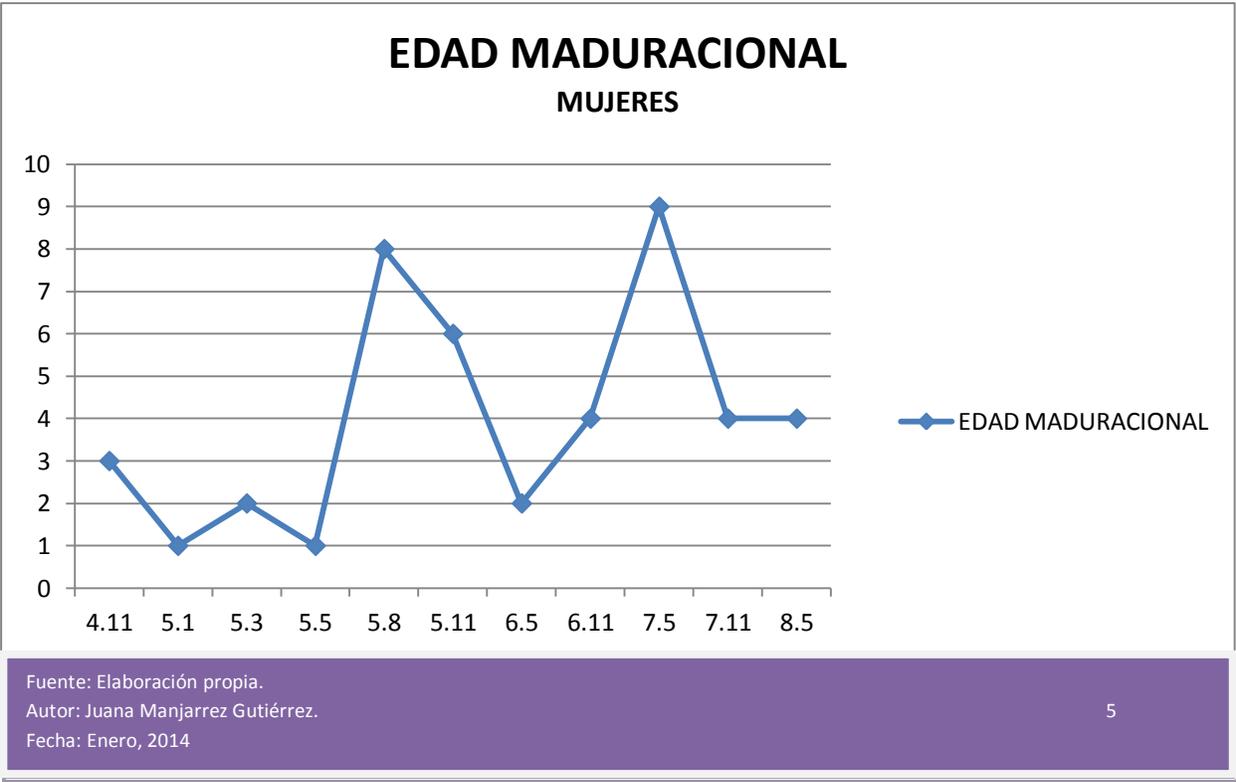
Fuente: Elaboración propia.  
 Autor: Juana Manjarrez Gutiérrez.  
 Fecha: Enero, 2014

3

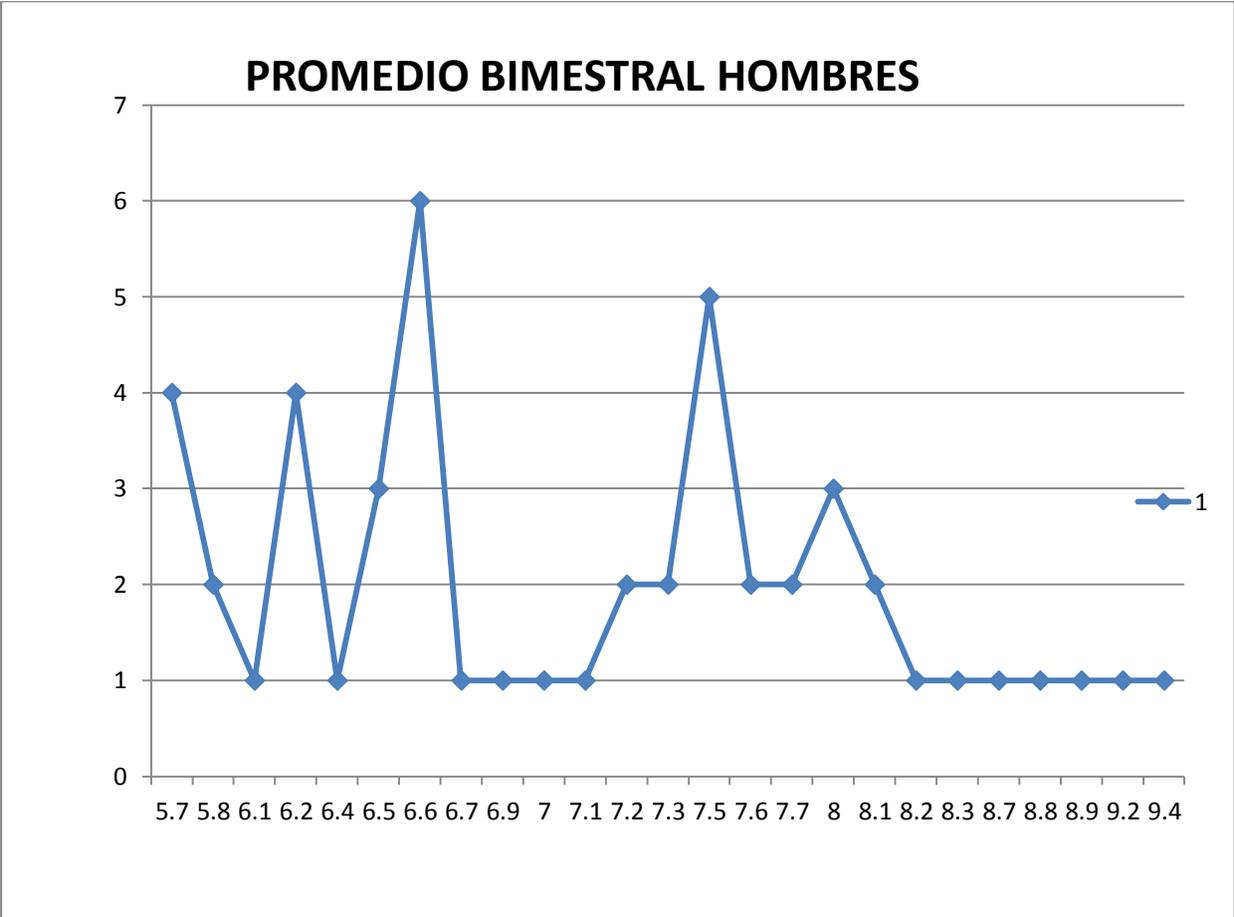
La gráfica presenta las edades maduracionales cerebrales de los hombres, se puede ver que va desde 4.5 a 8.5 años y que se encuentran por debajo de sus edades cronológicas que van de 8.1 a 10.5 años.



La gráfica presenta las edades cronológicas de las mujeres, con un rango de 8.5 a 10.7 años.



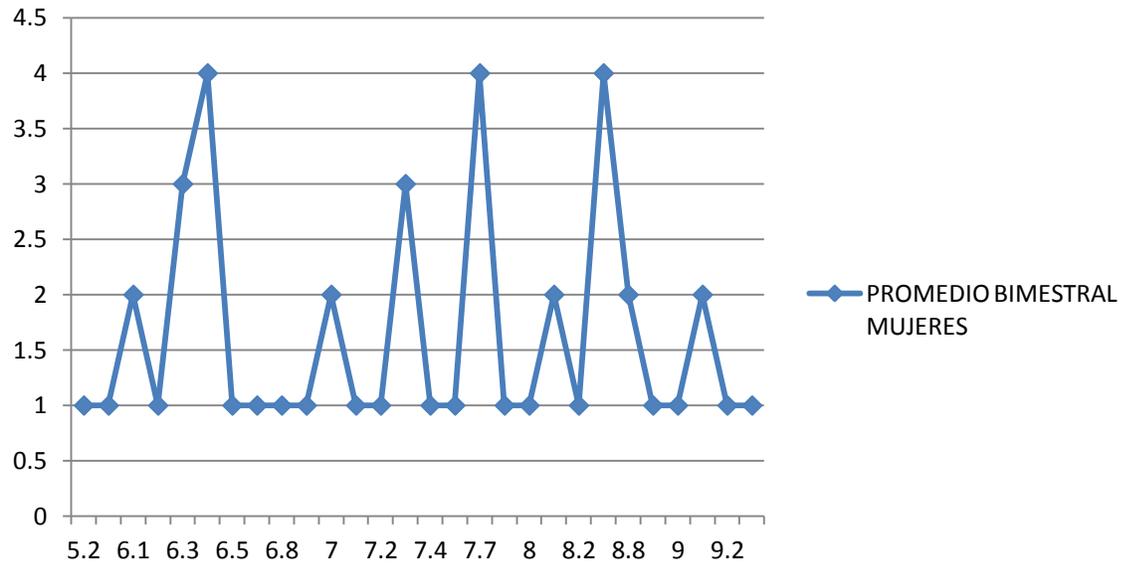
En gráfica se puede ver la edad maduracional cerebral de las mujeres de la muestra que va de 4.11 a 8.5 años, también se encuentran por debajo de sus edades cronológicas que son de 8.5 a 10.7 años.



Fuente: Elaboración propia.  
 Autor: Juana Manjarrez Gutiérrez.  
 Fecha: Enero, 2014

La gráfica permite observar los promedios bimestrales de hombres, predominando los niveles insuficiente (menos de 6) y suficiente (de 6 a 7).

## PROMEDIO BIMESTRAL MUJERES



Fuente: Elaboración propia.

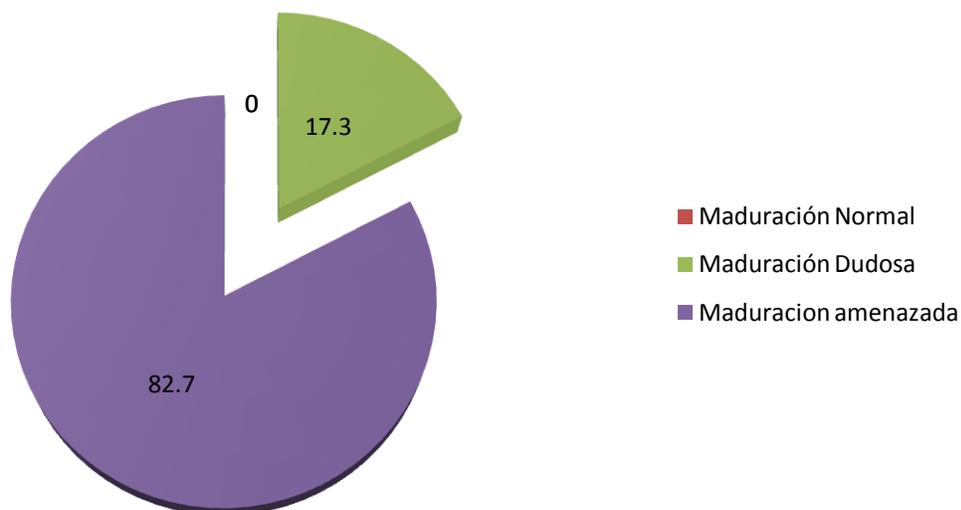
Autor: Juana Manjarrez Gutiérrez.

Fecha: Enero, 2014

7

La grafica presenta los promedios bimestrales de las mujeres, predominando el nivel de suficiente (6 a 7 suficiente).

## Niveles maduracionales en hombres



Fuente: Elaboración propia.

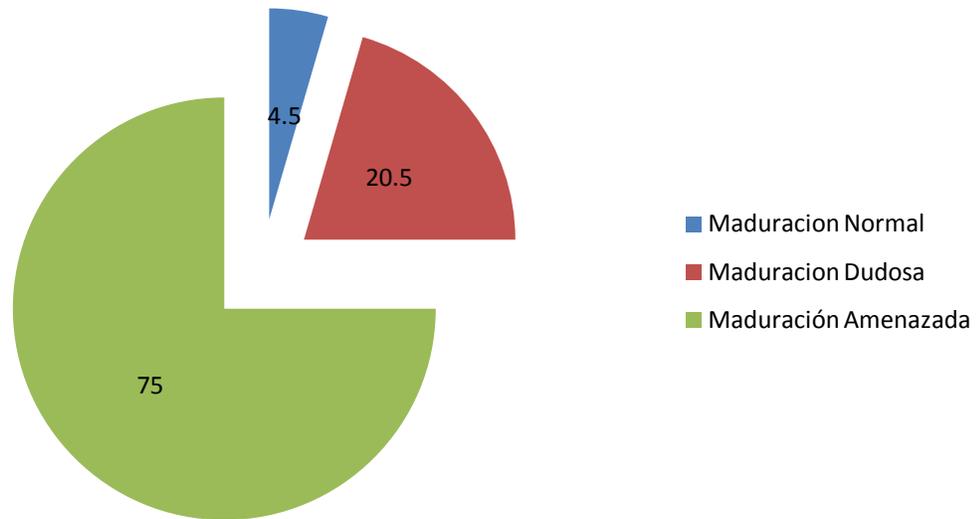
Autor: Juana Manjarrez Gutiérrez.

Fecha: Enero, 2014

8

La gráfica muestra 0% de maduración cerebral normal (coincide maduración cerebral con maduración cronológica), 17.3% de maduración dudosa (diferencia entre edad maduracional y cronológica de 6 meses a 2 años) y 82.7 % de maduración amenazada o inadecuada (diferencia de más de 2 años entre edad maduracional y edad cronológica). Las edades maduracionales se midieron con el test Bender.

## Niveles Maduracionales de Mujeres



Fuente: Elaboración propia.  
Autor: Juana Manjarrez Gutiérrez.  
Fecha: Enero, 2014

9

La gráfica 9 muestra los niveles maduracionales de las mujeres, normal significa que hubo diferencia de 6 meses entre la edad cronológica y la maduracional obtenida en el test Bender, en la dudosa la diferencia fue de 6 meses a 2 años y la amenazada fue mayor a 2 años.

**Coeficientes correlacionales de Pearson de hombres y mujeres.**

<b>1</b>	<b>Coeficientes correlacionales de Pearson.</b>	
	<b>Hombres.</b>	<b>-0.5301</b>
	<b>Mujeres.</b>	<b>-0.6251</b>

Fuente: Elaboración propia.

Autor: Juana Manjarrez Gutiérrez.

Fecha: Enero, 2014

1

La tabla presenta los coeficientes correlacionales de Pearson de hombres y mujeres.

**Niveles de probabilidad de error en el cálculo de la r de Pearson de hombres.**

<b>Probabilidad en hombres.</b>		
	<b>Coefficiente</b>	<b>Prob.</b>
<b>Constante</b>	<b>8.103</b>	<b>0.000</b>
<b>Puntaje directo</b>	<b>-0.110</b>	<b>0.017</b>

Fuente: Elaboración propia.

Autor: Juana Manjarrez Gutiérrez.

Fecha: Enero, 2014

2

En la tabla se presenta la probabilidad de error que se presentó en la r de Pearson en hombres.

**Niveles de probabilidad de error en el cálculo de la r de Pearson de mujeres.**

<b>Probabilidad en mujeres.</b>		
<b>Estimadores</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Prob.</b>
<b>Constante</b>	<b>9.409772</b>	<b>0</b>
<b>Puntaje directo</b>	<b>- 2.236397</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia.

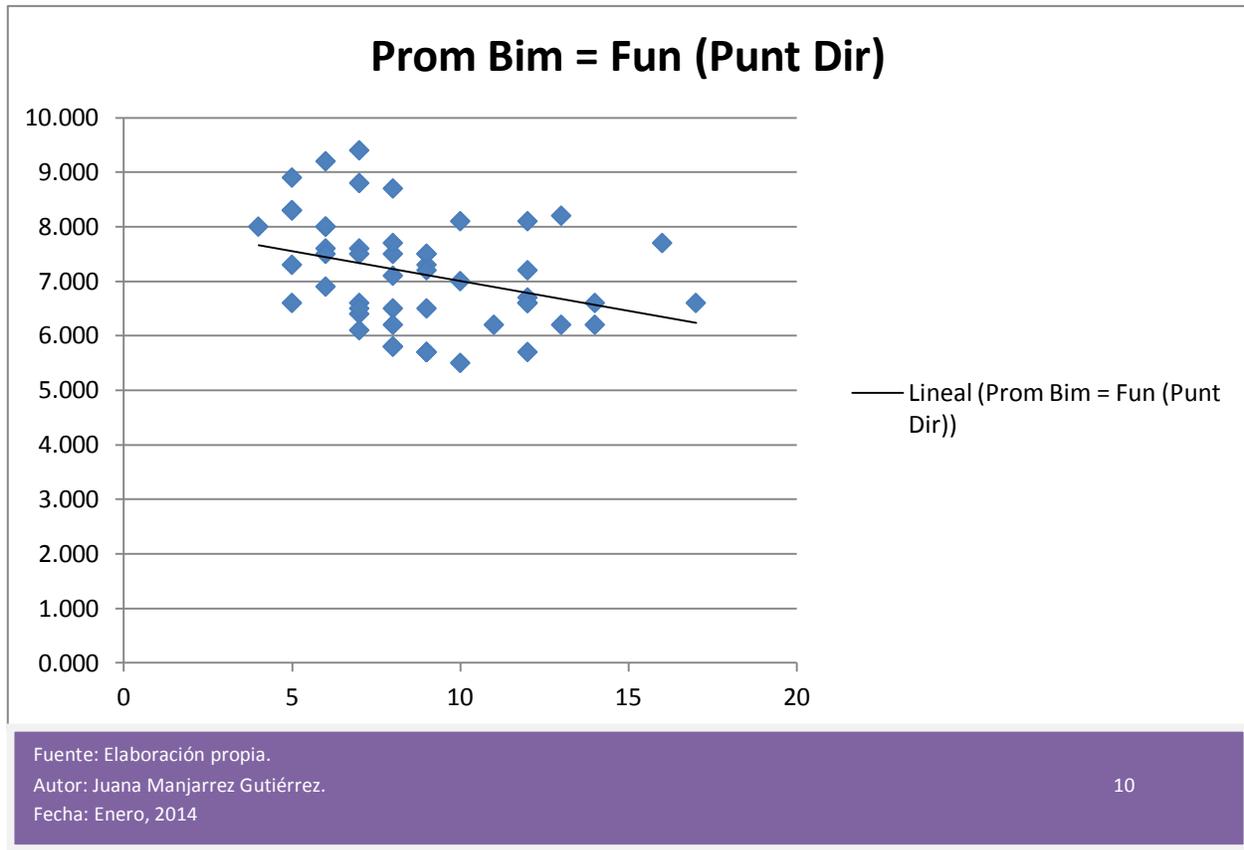
Autor: Juana Manjarrez Gutiérrez.

Fecha: Enero, 2014

3

La tabla muestra la probabilidad de error que se presentó en la r de Pearson en mujeres.

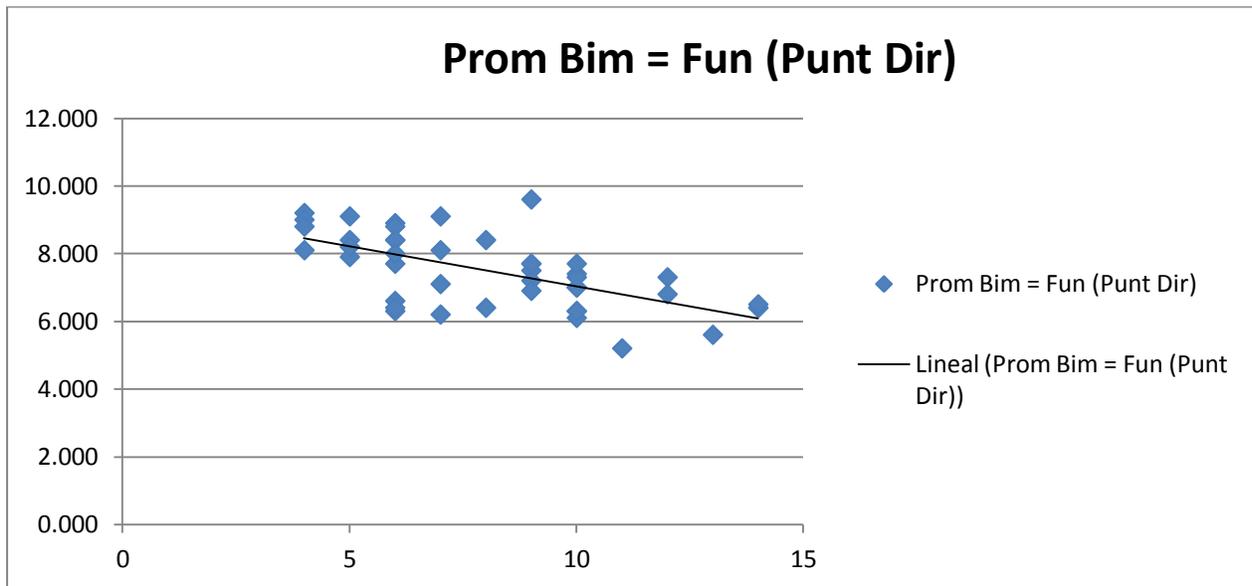
## Correlación de hombres.



La gráfica muestra el comportamiento que tiene el promedio bimestral en relación con el puntaje directo aportado por el test de Bender. Se puede ver que a mayor puntaje directo, menores promedios. (En el Bender se obtiene mayor edad cerebral maduracional con menor puntaje directo). A mayor Y, menor X.

La coordenada Y presenta los promedios bimestrales y la X los puntajes directos del Bender.

### Correlación de mujeres.



Fuente: Elaboración propia.

Autor: Juana Manjarrez Gutiérrez.

Fecha: Enero, 2014

11

La gráfica muestra el comportamiento que tiene el promedio bimestral en relación con el puntaje directo aportado por el test de Bender, de mujeres. Se puede ver que a mayor puntaje directo, menores promedios. (En el Bender se obtiene mayor edad cerebral maduracional con menor puntaje directo). A mayor Y, menor X.

La coordenada Y presenta los promedios bimestrales y la X los puntajes directos del Bender.

## **Análisis de resultados.**

Con los resultados obtenidos se presentan los siguientes comentarios:

La población que participó se encontraba cursando el tercer grado de educación primaria en una escuela oficial, fueron 52 hombres y 44 mujeres, sus edades cronológicas oscilaban entre 8.1 y 10.5 años.

La edad cronológica de los hombres fluctuó entre 8.1 y 10.5 años y su edad maduracional entre 4.5 a 8.5 años lo cual refleja retraso en el desarrollo cerebral.

También en las edades de las mujeres se pudo detectar un retraso en el desarrollo cerebral importante, pues la edad cronológica se encontró entre 8.5 y 10.0 años y la maduracional entre 4.11 a 9.0 años.

Las edades maduracionales se determinaron con los puntajes directos obtenidos en sus test de Bender. También con los puntajes directos se realizó la correlación de la presente investigación.

En los promedios bimestrales de hombres y mujeres se encontró que predomina el puntaje que corresponde a nivel de suficiente o sea a calificaciones de 6 y 7 que son consideradas como suficientes para aprobar el curso, pero denotan muchas debilidades de los alumnos.

Sin embargo los datos más importantes para el presente trabajo se encuentran en las tablas de correlación de Pearson, pues muestran que tanto en hombres como en mujeres existe correlación estadísticamente significativa entre maduración cerebral y rendimiento académico.

La correlación fue más fuerte en las mujeres que en los hombres, pero en ambos sexos estuvo presente. En hombres y mujeres se reportó el algoritmo A mayor Y, menor X.

El índice de probabilidad confirma la validez de la investigación.

En las gráficas de mínimos cuadrados ordinarios se muestra el comportamiento de relación que se dio entre maduración cerebral (Puntaje directo) y rendimiento académico (promedios bimestrales). Se puede observar que a menor puntaje directo, mayor rendimiento académico y viceversa.

El objetivo general de la investigación que fue: relacionar la maduración cerebral con el rendimiento académico de un grupo de alumnos de tercer grado de primaria de una escuela oficial se logró, encontrando que sí existe correlación estadísticamente significativa entre ambos factores y en hombres y mujeres.

Uno de los objetivos específicos pretendía conocer el desarrollo de la maduración cerebral de un grupo de alumnos de tercer grado de primaria, consiguiéndose al comparar las gráficas de edad cronológica con la edad maduracional y observando que la segunda queda por debajo de la primera y observando las gráficas de los niveles maduracionales en las que predomina la maduración amenazada. En ambas gráficas se puede observar la inmadurez cerebral del grupo.

Solamente el 2.1% tuvo la maduración cerebral normal de acuerdo a su edad cronológica. Lo anterior refleja que el desarrollo cerebral de los alumnos de la muestra se encuentra por debajo del adecuado y que puede ser un factor importante en su rendimiento académico.

# Conclusiones.

## Conclusiones.

Los resultados obtenidos en la investigación permiten establecer algunas conclusiones que no pueden generalizarse, pues solo son representativas para la muestra de ésta investigación.

El objetivo general de la investigación fue: Relacionar la maduración cerebral con el rendimiento académico de un grupo de alumnos de tercer grado de primaria de una escuela pública estatal, de acuerdo con sexo (masculino y femenino), lo cual se logró midiendo la maduración cerebral con el test Bender y con los promedios bimestrales de los participantes y aplicando la  $r$  de Pearson.

Con la  $r$  de Pearson se encontró que existe relación estadísticamente significativa entre la maduración cerebral y el rendimiento académico de hombres y de mujeres.

En cuanto al sexo masculino, sí existe relación estadísticamente significativa entre su maduración cerebral y su rendimiento académico ya que  $r = - .3301$ , lo que equivale a una correlación negativa débil.

En el sexo femenino también existe relación estadísticamente significativa entre su maduración cerebral y su rendimiento académico, pues  $r = .6251$ , que equivale a una correlación negativa media a considerable.

En hombres y mujeres se pudo observar el algoritmo A mayor Y menor X, que significa A mayor promedio bimestral, menor puntaje directo, con lo que también se demuestra la relación estadísticamente significativa que hay entre variables.

Por lo tanto se acepta la hipótesis alterna que dice: Existe relación estadísticamente significativa entre la maduración cerebral y el puntaje obtenido en rendimiento académico de los alumnos de tercer grado de primaria de una escuela oficial.

También se responde la pregunta de investigación que dice: ¿cómo se relaciona la maduración cerebral de los alumnos de tercer grado con su rendimiento académico? , pues en hombres y mujeres se pudo observar que: A mayor promedio bimestral, menor puntaje directo en el Bender, que corresponde a mejor edad maduracional, entonces

también se dio la relación A mayor edad maduracional, mayor promedio bimestral y viceversa, en hombres y en mujeres.

Tomando en cuenta los resultados de la investigación se confirma lo que enuncia Alfonso Peña, citado en Nieto 1987: “la inmadurez cerebral es uno de los factores que obstaculizan el aprendizaje”, pues se encontró que si hay mejor maduración cerebral hay mejor rendimiento académico y viceversa.

El objetivo específico de la investigación fue:

- Conocer la maduración cerebral de un grupo de alumnos de tercer grado de educación primaria y su relación con su rendimiento académico.

En la muestra predominó la maduración inadecuada, la que podría ser una de las causas de los bajos rendimientos académicos de la institución en las evaluaciones internas y externas, pues se sabe que:

“la evolución de los encéfalos grandes es especialmente singular cuando la analizamos en el contexto de los posibles accidentes, entre los que podemos mencionar la inmadurez”. (Rosenzweig, 2001)

También se confirma lo que Téllez asegura: “el desarrollo psicológico de los niños está ligado de manera inseparable al desarrollo del sistema nervioso y a medida que el cerebro va alcanzando niveles madurativos cada vez más altos, los procesos psicológicos van alcanzando una mayor complejidad”. (Téllez, 2002)

La presente investigación se considera de importancia para entender a los alumnos que participaron en ella, pues como Dorothy Cohen dice: “El niño que se queda atrás de sus compañeros por razones de su desarrollo debe ser protegido, obviamente, contra toda humillación y vergüenza, así como el niño que da el salto a una nueva comprensión debe ser apoyado en su crecimiento hacia adelante”. (Cohen, 2001)

## **Discusión de conclusiones..**

En la investigación se encontró que en el sexo masculino y en el femenino existe relación estadísticamente significativa entre su maduración cerebral, medida con el Bender y su rendimiento académico, medido con sus promedios bimestrales, porque en ambos sexos se observó que a mayor promedio bimestral menor puntaje directo del Bender (el Bender reporta mayor edad maduracional con menor puntaje directo).

Aunque en el sexo masculino la correlación es menor que en el sexo femenino, también estuvo presente, tal vez hubo factores que influyeron para que no se diera en el 100 por ciento, como copiado en los exámenes, lo cual es muy frecuente.

En el sexo femenino se encontró una correlación más elevada, posiblemente porque sus promedios se obtuvieron con menos copiado, debido a que las niñas son tímidas para copiar.

Una ayuda importante fue conocer que las edades maduracionales de hombres y mujeres se encuentran por debajo de las cronológicas y que ésta característica obstaculiza el rendimiento académico, entonces no coincide que haya puntaje directo alto y promedio alto.

Lo que se puede inferir es que seguramente por ese retraso en la maduración cerebral han obtenido bajos puntajes en sus evaluaciones externas.

Pues para que un cerebro se interese y entienda los temas que marca el programa de su grado debe tener buena maduración cerebral.

Con edades maduracionales por debajo de las cronológicas y con altos porcentajes de maduración inadecuada, el grupo no se encuentra en condiciones de dar buen rendimiento académico.

## **Sugerencias.**

Realizar la misma investigación en una escuela con mejor rendimiento académico.

Investigar las causas de retraso en el desarrollo cerebral en la misma población.

Elaborar una memoria para la institución, en la que se implemente un plan para estimular adecuadamente la maduración cerebral de los alumnos, teniendo en cuenta que la maduración cerebral es “un proceso intrínseco de organización progresiva de funciones, procesos o anatomía que ocurre durante el transcurso de la vida y se relaciona con las experiencias”. (Padilla, 2008)

Elaborar un programa de orientación para padres de familia para que mejoren la interacción familiar y propicien actividades que impulsen el desarrollo cerebral de la familia, considerando que: “la maduración cerebral continúa después del nacimiento y se da toda la vida”. (Rosenzweig, 2001)

Determinar los estilos de aprendizaje de los alumnos para estimularlos, pues a partir de ellos se apoyará el desarrollo cerebral de manera integral.

A los responsables de la enseñanza en la institución de la investigación se les sugiere:

- “Promover el trabajo de reflexión y análisis de los textos por parte de los alumnos; plantear preguntas o hacer aseveraciones que les permitan identificar algún aspecto de lo que leen o cómo leen; alentarlos a dar explicaciones; retarlos a lograr apreciaciones cada vez más objetivas a través de la confrontación con los propios textos o con opiniones de sus compañeros.
- Mostrar a los alumnos las estrategias que usa un lector o escritor experimentado, con el fin de hacer evidentes las decisiones y opciones que se presentan al desarrollar estas actividades. En este sentido, el docente es un referente para los alumnos y les facilita la relación con la lengua escrita.
- Dar a los alumnos orientaciones puntuales para la escritura y la lectura. Ayudarlos a centrarse en las etapas particulares de la producción de textos, como la planeación y la corrección, y a usar estrategias específicas durante la lectura, por ejemplo realizar inferencias, crear o comprobar hipótesis, entre otras.

- Fomentar y aprovechar la diversidad de opiniones que ofrece el trabajo colectivo y equilibrarlo con el trabajo individual; lo que da oportunidad para que los alumnos logren el máximo aprendizaje posible.
- Estimular a los alumnos a escribir y leer de manera independiente sin descuidar la calidad de su trabajo.
- Garantizar la creación de oportunidades para que todos los alumnos expresen sus ideas, identifiquen sus necesidades y las expresen de manera clara y respetuosa.
- Fomentar que expongan sus ideas o procedimientos (acertados o incorrectos); sin temor a la censura.
- Ayudarlos a escucharse entre ellos, respetando turnos de habla, a que platicuen de sus experiencias y aprovechen la información de que disponen.
- Apoyarlos para resolver problemas a través del lenguaje, la exposición de necesidades o sentimientos, la negociación y el establecimiento de acuerdos.
- Diseñar, planear y ensayar actividades ex profeso para la exposición de temas, con el fin de lograr progresivamente mejores resultados.
- Propiciar el trabajo en grupo, en pequeños grupos e individual.
- Siempre utilizar las estrategias para abordar e interpretar textos.” Programas de estudio de primaria 2011, SEP.

## **Bibliografía.**

- Aebli, Hans (2001), Doce Formas Básicas de enseñar, una didáctica basada en la psicología, Narcea, España.
- Airasian, Peter W (2002), La evaluación en el salón de clases, McGraw Hill, México.
- Ardila, Alfredo, et al. (2005), Neuropsicología de los trastornos del aprendizaje, Manual Moderno, México.
- Azcoaga, Juan E. (1997), Alteraciones del aprendizaje escolar, Editorial Paidós, España.
- Bender, Laretta (2011) Test giestáltico visomotor, Paidós, México.
- Bricklin, B., y Bricklin, P. (1971) Causas psicológicas del bajo rendimiento escolar. Traducido del inglés, Centro Regional de Ayuda Técnica. Alianza para el Progreso, México.
- Cabildo, Héctor (1999) El antropoide pensante, Grupo impresor mexicano, México.
- Cohen, Dorothy H. (2001) Cómo aprenden los niños. México.SEP.
- Condemarín, (1975) M Conferencia citada en el INTA, Santiago deChile.
- Dennis Rains, G. (2004) Principios de neuropsicología humana, Mc. Graw Hill, México.
- Esquivel, Fayne, et.al. (1994) Psicodiagnóstico clínico del niño, El manual moderno, México.
- Frade, Laura (2009) Desarrollo de competencias en educación: desde preescolar hasta el bachillerato, Inteligencia educativa, México.
- Ganem Alarcón, Patricia (2004) Escuelas que matan: las partes enfermas de las instituciones educativas, Limusa, México.

- González, Andrés Antonio, et. al. (2006) La atención y sus alteraciones: del cerebro a la conducta, Manual moderno, México.
- Herrera, Alma, (2011) Guía del participante de la Reforma Integral de 2011-2012, SEP, México.
- Hernández, R. et al (2006) Metodología de la Investigación, Edit. Mc Graw Hill, México.
- Ibáñez , B. (1995) Manual para la Elaboración de Tesis, Trillas, México.
- Kerlinger, N. (1984) Investigación del Comportamiento, Técnicas y Metodología, Iberoamericana, México.
- Koppitz M, Elizabeth, (1997) El test giestáltico visomotor para niños, Guadalupe, Argentina.
- López, Beatriz A, et. al. (2009) Estudio descriptivo de la dinámica familiar en niños que presentan bajo rendimiento escolar en una primaria. Tesis de licenciatura. UAEM, FACICO, México.
- Matute, Esmeralda, et. al (2007), Evaluación Neuropsicológica Infantil, Manual Moderno, México.
- Nerici, Imídeo, (1992) Hacia una didáctica general dinámica, 5ª ed. Kapeluz, Buenos Aires.
- Nieto H, Margarita (1987), ¿Por qué hay niños que no aprenden?, La Prensa Médica Mexicana, México.
- Padilla, Alfredo. et. al. (2008) Diccionario Neuropsicológico, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Perkins, David (2000) La escuela inteligente, SEP- Gedisa, México.
- Perrenoud, Philippe (2004) Diez nuevas competencias para enseñar, Graó, Barcelona.

- Pick, Susan et. al. (1980) *Cómo investigar en Ciencias Sociales* 2da. Edición, Trillas, México.
- *Programas de estudio de primaria* (2011), Guía para el maestro de educación primaria, SEP, México.
- Rodríguez, G. N. (2004) “Estudio sobre la relación que existe entre clima familiar y rendimiento académico escolar en adolescentes de segundo grado turno vespertino en la escuela oficial No. 83 Lic. Adolfo López Mateos del municipio de San Mateo Atenco, Méx” tesis de licenciatura UAEM, FACICO. México.
- Rojas, R. (1992) *Guía para realizar Investigaciones Sociales*, UNAM. México.
- Rosselli, Mónica, et. al. (2011) *Neuropsicología del desarrollo infantil*, 2ª. Edición editorial el Manual Moderno, México.
- Rosenzweig, Mark R. et.al. (2001) *Psicología biológica*, 1a. Ed. Ariel Neurociencia, España.
- Sánchez, Sergio, et. al. (2011) *Diccionario de las Ciencias de la Educación*, Editorial Santillana, México.
- Springer, S. et. al. (1994) *Cerebro izquierdo, cerebro derecho*, Gedisa, Barcelona.
- Téllez, Arnoldo (2002) *Atención, aprendizaje y memoria*, Trillas, México.
- Uriarte, Víctor (1997), *Psicopatología*, Trillas, México.