



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

## FACULTAD DE PSICOLOGÍA

PSICOLOGÍA CLÍNICA

“VALORACIÓN DE LA ATENCION Y LA MEMORIA  
EN NIÑOS MEXICANOS DE 8-10 AÑOS,  
EXPUESTOS A PLAGUICIDAS”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN PSICOLOGÍA  
P R E S E N T A

LAURA ALONSO BARRANCO

DIRECTOR: Médico Jorge Arturo de León  
Rodríguez.  
Profesor de Farmacología, Facultad de  
Medicina UNAM.



MÉXICO, D. F.

Marzo, 2010.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**EL FUTURO DE LOS NIÑOS  
SIEMPRE ES HOY,  
MAÑANA SERÁ DEMASIADO TARDE.**

**Jean Rostand**

**“LA OBLIGACIÓN DE SUFRIR  
NOS DA EL DERECHO DE CONOCER”.**

Richard Carson (1960)  
PRIMAVERA SILENCIOSA

**A mi madre**

**María del Carmen Barranco S. †**

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia  
Por su paciencia, apoyo y  
Comprensión.

Al Doc. Jorge Arturo de León  
Por su dirección, paciencia y confianza en mi trabajo.

Maestra en Ciencias, Gabriela Fernández Saavedra,  
Dr. en Ciencias Alejandro D. Domínguez González,  
Dra. Josefina Hernández Cervantes,  
Por su apoyo en la revisión durante la redacción de esta tesis.

Dra. Feggy Ostrosky S.  
Por su apoyo técnico metodológico.

Al equipo de CEDAAT  
(Centro de Diagnóstico y alternativas para afectados por tóxicos. A. C.)  
Quienes me impulsan a ser mejor profesional y continuar preparándome

Al quipo de trabajo en Juchitepec  
Olivia Gómez García  
Claudia Barragán †  
Francisca de la Rosa  
Doña Elena  
Impulsoras de este trabajo.

A los niños y padres de familia  
Por su valiosa participación.

A las autoridades de las escuelas,  
Por su apoyo para la realización de  
esta investigación.

## INDICE

### **I INTRODUCCIÓN**

- I.1 Ubicación
- I.1 Hidrografía
- I.3 Clima
- I.4 Actividades económicas
- I.5 Servicios
- I.6 Población
- I.7 La atención y la memoria, enfoques psicológicos
- I.8 Neurotoxicidad

### **Capítulo 1**

#### **ATENCIÓN Y MEMORIA**

- 1.1 Definiciones de corrientes psicológicas. Punto de partida
- 1.2 Definiciones a lo largo de la historia
- 1.3 Atención. Conceptos de la neurociencia
- 1.4 Memoria
- 1.5 Consideraciones sobre la atención y la memoria

### **Capítulo 2**

#### **PLAGUICIDAS (neurotóxicos)**

- 2.1 Los plaguicidas sintéticos. Historia del neurotóxico
- 2.2 Incidencia
- 2.3 La exposición
- 2.4 Vías de exposición
- 2.5 Características de la exposición
- 2.6 Clasificación de la exposición
- 2.7 Manifestaciones de reacciones y efectos por plaguicidas
- 2.8 Clasificación de los plaguicidas
- 2.9 Compuestos derivados y adyacentes químicos.
- 2.10 Mezclas complejas
- 2.11 Poblaciones vulnerables
- 2.12 Efectos en la salud
- 2.13 Efectos neurotóxicos
- 2.14 Demencias y daño neuromotor
- 2.15 Periodo crítico de desarrollo
- 2.16 Mecanismos de acción neurobiológicos de los tóxicos
- 2.17 Procesos de respuesta y regeneración en el SN
- 2.18 Magnitud del problema
- 2.19 Daño al medio ambiente

### **Capítulo 3**

#### **EVALUACION DE LA ATENCIÓN Y LA MEMORIA**

- 3.1 Diagnóstico neurotóxico
- 3.2 Historia clínica neuro-tóxicológica.
- 3.3 Historia clínica ambiental.
- 3.4 La evaluación neuropsicológica de la atención y la memoria
- 3.5 Instrumentos usados para valoración de atención y memoria
- 3.6 Instrumentos usados para evaluación neuropsicológica ante exposición a tóxicos
- 3.7 Evaluaciones de efectos tóxicos
- 3.8 Los tóxicos en la sociedad moderna (principio de precaución)

### **Capítulo 4**

#### **MÉTODO**

- 4.1 Planteamiento del problema
- 4.2 Objetivo general
- 4.3 Hipótesis
- 4.4 Sujetos
- 4.5 Contextos y escenarios
- 4.6 Instrumentos y/o materiales
- 4.7 Diseño de investigación
- 4.8 Diseño estadístico.
- 4.9 Procedimiento

### **Capítulo 5**

#### **RESULTADOS**

### **Capítulo 6**

#### **DISCUSIÓN Y RESULTADOS**

#### **LIMITACIONES**

#### **SUGERENCIAS**

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **ANEXOS**

## RESUMEN

Los estudios sobre efectos realizados a población expuesta a diversos tipos de plaguicidas en cuanto a funciones cognitivas y neuromotoras han sido principalmente a población laboralmente activa, con resultados inconsistentes, donde se ha dejado de lado a los menores, los pocos estudios realizados a menores expuestos han mostrado problemas en tareas que impliquen atención y memoria a corto plazo, mencionan que son vulnerables a efectos adversos ante exposición a plaguicidas y muestran toxicidad neuroconductual. El objetivo de este estudio es comparar el desempeño de las funciones cognitivas de atención y memoria entre 40 niños expuesto y 35 no expuestos a plaguicidas, de entre 8 a 10 años de edad. Las muestras se eligieron aleatoriamente, previa autorización de sus padres a quienes se les aplico el cuestionario Datos para Psicoevaluación en niños de Juchitepec para valorar criterios de inclusión y exclusión de las muestras, la valoración neuropsicológica se realizó a través del instrumento NEUROPSI atención y memoria, batería estandarizada en población hispanohablante, se les administro a los padres y profesores de los menores el Cuestionario Diagnóstico de Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad adaptado del DSM IV, como parte de la batería aplicada. Los resultados mostraron que el funcionamiento cognoscitivo de los menores expuestos presento diferencias significativas a los obtenidos por la población control en la atención y funciones ejecutivas, memoria y atención y memoria. Sin embargo no se presenta un cuadro clínico diagnóstico específico, lo cual esta relacionado con el efecto silencioso, donde ya se dan muestras de daño en las funciones neurológicas.



## I INTRODUCCIÓN

Desde hace 20 años (1987) se formalizó y se promueve el desarrollo sustentable ante la preocupación mundial por el deterioro ambiental y consumo de recursos naturales; de acuerdo a la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, en el informe Brundtland el desarrollo sustentable se basa en tres pilares: i) desarrollo económico (mayor producción), ii) desarrollo social (elevar la calidad de vida con justicia) y iii) protección del medio ambiente, (racionalización de recursos no renovables y reducción de desechos). (Organización de las Naciones Unidas(ONU), 2005)

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) en la Declaración de Río (1992) define el desarrollo sustentable como el “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”. (ONU, 1987)

Existen muchos retos en torno a la sustentabilidad, entre ellos es trascendental evaluar el impacto de la actividad económica en las poblaciones humanas, tal es el caso de Juchitepec Mariano de Rivapalacio.

### I.1 Ubicación

El Municipio de Juchitepec Mariano de Rivapalacio se encuentra en el Estado de México, con límites geográficos al norte con Chalco, Tenango del Aire y Ayapango; al sur, con el estado de Morelos y Tepetlixpa; al este, con el municipio de Amecameca, Ozumba, Tepetlixpa y Ayapango y al oeste con Chalco y el Distrito Federal, (Mapa 1).

Se ubica dentro de la provincia del eje neovolcánico, subprovincia de lagos y volcanes de Anáhuac y enclavado en la cuenca del río Moctezuma, Pánuco, teniendo al este las estribaciones de la Sierra Nevada, con una altitud de 2540 msnm y longitud mínima 98° 48' 42”, máxima 98° 58' 46”, latitud mínima 19° 01'

22", máxima 19° 10' 28", el nivel del terreno de la comunidad varia en sus niveles, de acuerdo a sus cimas, de los 1600 a los 3000 msnm.



Mapa 1 Municipio de Juchitepec Mariano de Rivapalacio.

## I.2 Hidrografía

El municipio de Juchitepec tiene barrancas (conductos de temporal) que en época de lluvia conducen el agua de este poblado hasta Xico, entre ellas están “Arena Prieta”, “La Corona”, “Tizcaltenco”, “Mayocalco”, “Tulapa”, “Tezaltepec”, “de Santa Cruz”.

## I.3 Clima

Juchitepec tiene un clima templado subhúmedo, con lluvias desde mediados de marzo hasta octubre, las más abundantes de junio a septiembre, (ver anexo, tabla 1). Su temperatura es de acuerdo al medio ambiente oscilando de 1°C hasta 29 °C de acuerdo a la época del año, (ver anexo, tabla 2).

La extensión de este municipio es de aproximadamente 149.56 Km<sup>2</sup> con un uso predominantemente agrícola (ver anexo, tabla 3). *Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México (INFDM EDM), 2005)*

## I.4 Actividad económica

En Juchitepec las actividades predominantes son agrícolas y ganaderas, sin embargo se ha incursionado en otras actividades económicas en los últimos años,

tales como la maquila, el comercio y la creación de centros de almacenamiento, distribución y venta de diversos productos entre ellos herbicida y plaguicida. (Ver anexo, tabla 4)

Tal es el caso de la empresa *Artivi S. A.*, que se estableció en el área Este de la zona urbana del municipio en 1995, contaba con instalaciones de aproximadamente 2 hectáreas, con un registro de 200 mts<sup>2</sup> de construcción, en donde se ubicaban tres naves principales destinadas a la producción y preparación en sólido, líquido y embalaje de sus productos, contó con dos contenedores de aproximadamente 5000 litros de capacidad para sus materias primas; esta empresa almacenaba, distribuía, y maquilaba diversos productos.

Esto derivado de la intervención profesional del Dr. Jorge A. De León R, quien han realizado diversas investigaciones, en y a la población de Juchitepec Mariano de Riva Palacio y un grupo de profesionales que ha estado trabajando en esta problemática, quienes se dedicaron a buscar y entrevistar a ex trabajadores de la empresa, logrando así obtener un listado de los principales tóxicos a los que se expone la población, los cuales a continuación se enlistan, junto con el nombre del grupo químico al que pertenecen. (ver tabla 5).<sup>1</sup>

Para toda actividad industrial existe la probabilidad de peligro, riesgo y desastre de acuerdo a lo establecido por la Oficina Internacional del Trabajo (OIT). La OIT indica que las fábricas de productos químicos están consideradas en segundo lugar de riesgo, mientras que las bodegas y centros de distribución de productos químicos ocupan la cuarta posición.

Por lo cual, la empresa “Artivi S.A” representó un riesgo ambiental elevado, esto implicó la existencia de los peligro tecnológicos (equipos, maquinarias y procedimientos) y el peligro para la población.

---

<sup>1</sup> De León R, J, (2005, mayo) Trabajo de campo, Formuladora de plaguicidas en la comunidad de Juchitepec Mariano de Rivalpalacio. Trabajo presentado en el Edificio de Investigación, Facultad de Medicina, Seminario departamental de farmacología.

**Tabla 5.** Relación de químicos maquilados por *Artivi S. A.*, según grupo tóxico.

<i>Químico</i>	<i>Grupo</i>
Pentaclorofenol	Organoclorados
Pentacloro-nitrobenceno	Organoclorados
Lindano	Organoclorados
Paration	Organofosforados
Metamidofos	Organofosforados
Fosforoditioato	Organofosforados
Clormetil fosfónico	Organofosforados
Carbofuran	Carbamato
2,4 D	Fenoxiacético
Clomazone	Toluene disocianante
Paraquat	Bipiridilo
Cloratonil	Benceno derivado
Mancozeb	E D carbamato
Zinep	E D carbamato
Atrazina	Triazina
Bifentrina	Piretroide
Glyphosate	Fosfonato
Linuron	Derivado de urea
Hydrometilon	Otros
Oxicloruro de Cu	Derivado de Cu
Azufre elemental	Fertilizante

La OIT en 1993 señala que el peligro tecnológico varía de acuerdo a los productos químicos y de los contaminantes químicos o desechos peligrosos. Así, el peligro tecnológico origina e incrementa los Riesgos de Accidentes Mayores, donde se considera el almacenamiento y la utilización de sustancias químicas inflamables, explosivas o tóxicas que pudieran causar algún desastre. Este riesgo potencial depende del carácter inherente de la sustancia química y de la cantidad

acumulada en el lugar (Quintanilla, 2001), así como vías de absorción y el tipo de exposición a la población humana principalmente.

Además de todo este riesgo, la fábrica se ubicaba sobre una colina, durante la temporada de lluvias, el declive natural arrastró el agua pluvial, contaminada por los tóxicos residuales en sus patios y techos, el agua contaminada fluyó y finalmente se acumuló en un jardín de niños y un terreno de cultivo.

### I.5 Servicios

La infraestructura educativa de Juchitepec cuenta con 15 planteles de nivel básico, 1 a nivel medio superior y 1 nivel superior (Ver anexo, tabla 6).

Su infraestructura de salud consta de un centro de salud del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), con servicio de 24 horas, tienen una clínica rural dependiente del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) que da servicio a derechohabientes, (*INFDM EDM, 2005*).

Los servicios médicos privados son médicos generales y odontólogos.

La comunidad carece de servicios del área de Psicología y de salud mental.

Sus viviendas son en su mayoría de pared de tabicón, techo y piso de cemento (Ver anexo, tabla 7)

### I.6 Población

Juchitepec Mariano de Rivapalacio tiene una población de 21 017 habitantes. En la tabla 8 se muestra la distribución de grupos vulnerables, (Ver anexo, tabla 9)

**Tabla 8.** Distribución de población vulnerable en Juchitepec.

Edad	Total	Mujeres	Varones
0 a 4 años	2316	1122	1994
5 a 9 años	2252	1070	1182
10 a 14 años	2345	1174	1171
mayores de 60 años	1681	872	809
Población total	21017	10 676	

(INEGI, 2005).

## I.7 La atención y la memoria, enfoques psicológicos

Desde una perspectiva cognitiva la atención es un proceso psicológico que implica directamente los mecanismos de selección (concentrarnos en un solo estímulo a la vez), distribución (atender varias cosas a la vez) y mantenimiento o sostenimiento (el concentrarse en una sola tarea durante periodos de tiempo relativamente amplios). Es producto de la interacción entre factores genéticos y aprendizaje. (López y García, 1997; García, 1997)

Ardila y Ostrosky (1991) desde la perspectiva de la neuropsicología consideran que la atención es un proceso de cambios en las respuestas de orientación, habilidad que se manifiesta en diferentes tareas mediante la disminución de las formas dirigidas de atención exoevocadas (sensoriales) o bien de atención dirigida.

La psicología cognitiva considera a la memoria como algo organizado, dinámico y que constantemente es modificado por el sujeto en tanto que éste actúa sobre el medio y tras el proceso de acomodación, donde se asimila una situación nueva a un esquema ya establecido en la memoria el cual se modifica y enriquece para aplicar este esquema transformado a una situación nueva.

Leshley concluye desde la neuropsicología que la memoria está presente en toda la corteza, donde se contempla a la memoria como una función en conjunto y no una acumulación estática en ciertas áreas cerebrales, así se desarrolla la idea de la equipotencialidad. (Aranda, 1990)

## I.8 Neurotoxicidad

Desde hace aproximadamente 20 años se comenzó a descubrir que el sistema nervioso constituía el blanco primario de ciertas sustancias perniciosas, incluidos algunos plaguicidas, por lo que se denominan neurotóxicas. Entendiendo como neurotóxico a los efectos adversos producidos en la estructura o función del sistema nervioso central o periférico por la exposición a un compuesto químico. (Evangelista, 1997)

La neurotoxicidad depende de las características del compuesto neurotóxico (entre ellas que sea liposoluble y su capacidad de bioacumulación), de la edad de

la población expuesta y el tipo de exposición (aguda o crónica), ya que algunos pueden producir un daño encubierto, es decir, que no se expresa el efecto por la gran capacidad de adaptación de los organismos vivos. Pero que probablemente se vean cuando sean sometidos a situaciones anormales, (Evangelista, 1997), es decir, cuando realicen actividades que no son cotidianas, son nuevas y requieren mayor uso de las habilidades psíquicas o físicas para responder de manera novedosa, he aquí su efecto invisible.

Sin embargo el daño generado en niños difiere del creado en adultos, debido a que los adultos poseen estructuras desarrolladas y maduras, el efecto se puede contrarrestar mediante tratamiento terapéutico, pero en niños es muy distinto el panorama, el daño depende mucho del periodo de vida en el cual están siendo expuestos, dado que varía el nivel de desarrollo alcanzado; en general el efecto es irreversible e irreparable, pues están en el proceso de desarrollo y maduración.

## 1 ATENCION Y MEMORIA

### 1.1 Definiciones de corrientes psicológicas. Punto de partida

En la psicología los procesos de atención y memoria se han conceptualizado según la corriente que la describe, esto permite ver diferentes modelos explicativos, que han modificado el abordaje de estas funciones cerebrales superiores, por ello es importante definir brevemente las corrientes que más han abordado estos conceptos.

El conductismo sostiene que la conducta es la suma de las respuestas aprendidas o bien condicionadas a los estímulos, aquí no se toma en cuenta los motivos inconscientes de la conducta, es decir, de la persona, sostienen que el desarrollo del sujeto, propiamente dicho del aprendizaje se da de una manera continua y no por etapas. (Rice, 1997)

La psicología cognitiva, considera objeto de estudio al ser humano, el cual es complejo, sus bases teóricas provienen de la biología de la evolución y emerge de la estructura social. Estas dos partes fundamentales son indisolubles en esta corriente para la construcción de cualquier noción y constituyen su paradigma. (Aranda, 1990). Esta corriente da pie a integrar al estudio de la memoria en forma integral, contemplándola como parte del ser biopsicosocial, lo cual agrega gran complejidad al tema.

La neurociencia utiliza criterios evolucionistas, por lo que retoma a Darwin y Spencer, conjuntando la visión del cerebro como el centro de coordinación sensoriomotriz con la de los fines adaptativos. Sus precursores son los teóricos de la psicología soviética, que se centraron en la parte psíquica, lo fisiológico y lo genético, y ha dado lugar a la psicofisiología (actividad nerviosa superior) o bien también conocida como la neuropsicología mencionan que estudia la relación entre la función cerebral y la conducta humana, su objetivo es a partir de análisis conductuales (en situaciones normales, patológicas y experimentales), para inferir las propiedades estructurales y funcionales del cerebro, sosteniendo que la base de la neurociencia contemporánea es que todos los procesos mentales son biológicos y por tanto, cualquier alteración de esos procesos es orgánica.



Kandel, Schwartz y Jessell (2001) refiere que entre la psicología cognitiva y la neurociencia los límites son arbitrarios y cambiantes, dado que ambos hacen énfasis en el papel que desempeña el estado y la función cerebral como base para la conducta, y un adecuado funcionamiento de las funciones cerebrales superiores, se tomaran principalmente para la descripción de la atención y la memoria. Sin embargo no podemos pasar de largo otras corrientes psicológicas que han abordado la atención y la memoria como procesos que intervienen en el desarrollo del humano.

## 1.2 Definiciones a lo largo de la historia

Con el fin de tener un panorama amplio tanto de la atención como de la memoria es necesario realizar una breve revisión de estas funciones a lo largo de su estudio.

### 1.2.1 Atención

Los teóricos de la psicología soviética la consideran el reflejo selectivo del objeto, lo cual implica prescindir simultáneamente de todos los demás objetos, es una propiedad de la vida Psíquica que proporciona selectividad y orientación a la conducta. En las neurociencias Luria (Tellez, 2002) mencionó que la atención es un proceso activo, que mantiene un esquema o programa en función de una serie de determinantes basados en la experiencia, es un proceso psicológico básico indispensable para procesar información de cualquier modalidad y para la realización de cualquier actividad.

Ardila y Ostrosky (1991) desde la perspectiva de la neuropsicología se considera que la atención es un proceso de cambios en las respuestas de orientación, habilidad que se manifiesta en diferentes tareas mediante la disminución de las formas dirigidas de atención exoevocadas (sensoriales) o bien de atención dirigida. Banich (1997) la describe como el proceso de selección que ocurre en respuesta a la capacidad limitada de procesamiento del cerebro. (Ostrosky, Gomez, Matute, Roselli, Ardila y Pineda, 2003)

Por lo tanto la atención es un proceso psicológico básico, dado que es a partir de este que el cerebro manifiesta su capacidad limitada de realizar procesos y da

paso al manejo de la información, por medio de la selección y el desecho de estímulos irrelevantes. En base a las experiencias es una habilidad aprendida, que da como resultado poder distribuir y sostener la atención, así como el seleccionar y orientar la conducta.

### 1.2.2 Memoria

El concepto de la memoria ha sido abordado desde antes que el de la atención, no obstante la dinámica de su estudio en ambos casos ha sido muy parecida, dado que son procesos que se complementan y por ello se abordan juntos constantemente.

El conductismo la considera como procesos inmediatos de la información almacenada, donde se guardan copias de estímulos, a las cuales se llaman representaciones mnémicas, estas copias se asocian entre si, una vez que se presentan los estímulos, se establecen asociaciones, las cuales dan lugar a un conjunto de interconexiones que generan la red asociativa y esta red es el fundamento de la memoria, estas estructuras asociativas son básicas, y constituyen las bases del aprendizaje. Esta corriente considera que el sujeto es pasivo y no aporta nada para modificar dicha información.

La psicología cognitiva considera a la memoria como algo organizado, dinámico y que constantemente es modificado por el sujeto en tanto que esté actúa sobre el medio y tras el proceso de acomodación, donde se asimila una situación nueva a un esquema ya establecido en la memoria el cual se modifica y enriquece para aplicar este esquema transformado a una situación nueva. En este sentido G. Katona destaca la importancia de la organización, y el papel directriz de la selectividad en la memoria y en el aprendizaje, en cambio Millen resalta la importancia que tiene la estructura mnémica y de la capacidad de aumentar, poder reagrupar la información en unidades mayores (memoria inmediata). además Neisser sostiene que el ingreso de información es sensorial, la cual después es transformada, reducida, elaborada, almacenada, recobrada o utilizada; estos procesos son etapas de la cognición que se conjuntan con sensación, percepción, imaginación, solución de problemas y por tanto de pensamiento.

En contraste Bartlett de la misma corriente cognitiva, considera los aspectos más importante de la memoria, a las actitudes y las experiencias previas del sujeto. Así la memoria funciona con esquemas y no de simple replica, dichos esquemas se conforman por la generalización de acciones repetidas, porque se originan en el pensamiento por acontecimientos exteriores y el constante arribo de estos a la conciencia interna. (Aranda, 1990)

Baddeley (1991) considera a la memoria como un conjunto de sistemas que tiene en común la capacidad de almacenar información, los cuales varían en duración (de segundos a la vida entera); y en la capacidad (de diminutos almacenes momentáneos al sistema de memoria a largo plazo).

Piaget (Aranda, 1990) explica que los estímulos no generan respuestas en automático, sino que éstas son emitidas mediante la asimilación de un esquema cognoscitivo, dicho esquema se entiende dinámico y flexible, mediante un sistema autorregulado bidireccional, estos se diferencian y se asimilan constantemente por el proceso recíproco y coordinado entre ellos por la reconstrucción, fusionado con la superación, la cual se da durante el desarrollo personal (ontogenético), marca la diferencia al darle mayor peso a la maduración biológica que a las influencias ambientales (escuela y hogar).

Sin duda se dan avances en la integración de aspectos contextuales en el estudio de la memoria, sin embargo aun quedan dudas en referencia a los procesos desarrollados en el cerebro y los cuales son parte importante para comprender mejor el funcionamiento de la memoria.

Desde la neurociencia Leshley (Aranda, 1990) concluye que la memoria está presente en toda la corteza, donde se contempla a la memoria como una función en conjunto y no una acumulación estática en ciertas áreas cerebrales, así se desarrolla la idea de la equipotencialidad. Para Sokolov (1969) (Ardila y Moreno, 1990) este proceso implica la acción de recepción de la información y registro o conservación de la misma, la evocación de la información representa una medida de la retención, además existe un proceso activo de procesamiento de esta información dentro de un determinado sistema.

La neurociencia ha descrito el funcionamiento de circuitos neuronales, así como el crecimiento y migración de terminaciones nerviosas, más ricas en cuanto más

sean usadas los circuitos neuronales en la memoria son los circuitos reverberantes que perduran a partir de la repetición lo que genera facilitación con actividad sostenida. De esta forma la recirculación de ésta información provoca un descenso en el umbral de excitación del circuito y dispara una descarga, este proceso podría inducir patrones duraderos, como engramas, los cuales se transforman en verdaderos cambios estructurales y de la conformación de algunas macromoléculas de la neurona teniendo así una memoria consolidada. (Memoria de largo plazo)

Una definición sencilla pero útil del enfoque neuropsicológico que esbozan Ardila y Ostrosky (1991) es que la memoria es una función biológica, que permite el registro, retención o almacenamiento de información, recuperación o evocación de información previamente almacenada. Con esta misma noción Squire (2001), considera que es un mecanismo o proceso que permite conservar la información transmitida por una señal después de que se ha suspendido la acción de dicha señal. (Ostrosky et al., 2003)

En síntesis la memoria constituye un proceso bioquímico, desarrollado en el cerebro, que implica actividad eléctrica así como modificación de algunas macromoléculas neuronales. Es un fenómeno dinámico, que se retroalimenta constantemente con información, de procesos internos y de estímulos del entorno social. La memoria es una función cerebral superior, que se concatena con la cognición para procesos de pensamiento más complejos.

Finalmente las siguientes dos definiciones centran lo anteriormente presentado:

La atención es un proceso que permite al individuo enfocar sobre aspectos particulares del ambiente y movilizar el suficiente interés y esfuerzo para aprender y resolver problemas. A la memoria se le considera el proceso por el que el conocimiento es codificado, almacenado y posteriormente recuperado. En la actualidad se consideran el resultado del trabajo conjunto de diversas estructuras cerebrales así como sus conexiones.

### 1.3 Atención. Conceptos de la neurociencia

Tanto las teorías fisiológicas como las neurociencias explican el proceso cerebral que da sustento a la función y activación de la atención usando la Ley de la

Inducción Negativa, en la cual al excitarse unas zonas de la corteza cerebral otras se inhiben. Cuando la atención se activa la excitación cortical se centra en algunas zonas, foco de excitabilidad óptima, y en las demás zonas hay una inhibición simultánea. Este proceso no es estático, la zona de excitabilidad óptima pasa de una zona a otra y después de cierto tiempo pasa a un estado de inhibición, así como las zonas que estaban inhibidas pueden pasar a ser focos de excitación óptima. La función del foco de excitabilidad óptima asegura que lo que actúa sobre el cerebro se enfoque mejor. Todas las áreas del cerebro son importantes para el óptimo funcionamiento de la atención, por lo tanto un daño en cualquier área cortical, puede ocasionar un efecto negativo en el rendimiento de la atención.

El “estado” de la activación fisiológica determina el nivel de receptividad y respuesta del sistema nervioso. Este “estado” es determinado por los estímulos ambientales y se considera que el estado moderado es el óptimo, pues mantendrá por más tiempo la atención con una mayor intensidad que si está dormido o muy excitado. (López y García, 1997)

### 1.3.1 El proceso atencional

Una forma de situar la atención como proceso es cuando se describen sus etapas a saber: Fase de inicio: captación de la atención; Fase de mantenimiento: ocurre después la fase de inicio, su duración es variable; y Fase de cese: ocurre después de mantener la atención durante algún tiempo, se observa al desaparecer la atención por el objeto. Estas fases implican sobreposición de los mecanismos de selección, distribución y mantenimiento de la atención.

La atención se articula con otros procesos psicológicos y ejerce una función de control sobre ellos, donde sus principales funciones como análisis de la realidad, etc. se usan para ejecutar eficazmente tareas, sobre todo, aquellas que exigen un mayor esfuerzo. (García, 1997)

### 1.3.2 Estructuras cerebrales

Como se mencionó la atención requiere de la intervención de diferentes áreas cerebrales, así el daño en alguna de estas áreas afecta la atención. La selección para la toma de decisiones, etc., emplea un sistema funcional de muchas

estructuras anatómicas que sirve de base para la realización de actividades complejas, donde la atención siempre esta presente.

Las áreas del sistema nervioso que participan en la red neuronal de la atención, son:

- Formación reticular (ascendente y descendente). Como su nombre lo indica es una red muy amplia en tronco cerebral que se extiende a la corteza cerebral a través del tálamo. Es responsable de la alternancia del ciclo vigilia y sueño (ciclo circadiano). Su función selectiva determina mayor grado de atención así como su duración, el cerebro se alista para recibir información y después brinda una respuesta, regula la entrada de información sensorial que viene del mundo externo y su activación se traduce en cambios de sensibilidad en los analizadores perceptuales y en el umbral de la producción de respuestas.

- Hipocampo. La información de la atención es llevada al hipocampo por lo que se les ha denominado neuronas de la novedad, o células de la atención, su lesión afecta formas de atención involuntarias como el reflejo de orientación

- Tálamo. Al tálamo llega toda la información sensitiva de todo el organismo y de todas las modalidades sensoriales aferentes. El relevo talámico a la corteza es el filtro más importante del sistema nervioso y es por tanto indispensable en la atención. Regula la atención selectiva, es la encargada de ayudar a filtrar información específica y ayuda a procesarla de entre una amplia gama de estímulos que llegan al sistema sensorial que después procesan otras estructuras.

- Circumbolución del cíngulo. Integra información subcortical, incorpora contenido emocional a la información recibida ya procesada en áreas anteriores. La parte anterior de la corteza cingulada puede ser importante en la selección de respuestas apropiadas. (Tellez, 2002)

- Corteza cerebral, en él ya hay significado conciente de la atención y siempre hay relaciones ipsilaterales, y contralaterales con otras partes de la misma corteza cerebral, funcionando como un todo subespecializado, así el lóbulo parietal posibilita los aspectos espaciales de la atención por lo que ubica las fuentes de estímulos específicos. En lóbulo occipital se encuentra la corteza visual y si el estímulo proveniente de la selección es predominantemente visual se intensifica

por su significado. En este mismo sentido en el lóbulo temporal se encuentra la corteza auditiva, etc.

Sin embargo el lóbulo frontal se ha considerado el más especializado. Aquí se reciben toda la información proveniente de centros inferiores y superiores. En el lóbulo frontal está la corteza motora responsable de los movimientos necesarios para continuar, sostener o intensificar la atención. También recluta información aferente de otras áreas cerebrales para vincularla a otros procesos de funciones cerebrales superiores. El pensamiento abstracto cobra aquí significado, por lo que se integran y participan todos los procesos psicológicos, incluida la atención.

### 1.3.3 Características de la atención

Luria describió dos categorías determinantes de la atención: la estructura de los estímulos externos o del campo externo al hombre y los factores pertenecientes a la actividad del propio sujeto o estructura del campo interno.

López Y García (1997) se centran en esta última categoría por lo que describen la atención con características que oscilan entorno al proceso mismo como son:

- Límite de capacidad, debido a que se deben procesar diferentes fuentes de información, o bien porque se desarrollan dos tareas a la vez y la atención se dirige alternadamente a una y otra.
- Amplitud o ámbito, se refiere a la cantidad de información que el organismo puede asimilar al mismo tiempo, ejerce funciones de control y puede verse ampliada por la práctica.
- Intensidad, se caracteriza por la cantidad de atención que se presta a un objeto o tarea, se relaciona con el nivel de vigilia y alerta de un individuo.
- Control sobre la dirección, es la característica más importante de la atención, y define el tipo de atención controlada o bien el control atencional.

### 1.3.4 Tipos de atención

De acuerdo a la actividad preponderante que realiza el sujeto se puede hablar de tipos de atención, de esta forma se describen los siguientes:

- Atención focalizada: es la capacidad desarrollada por el sujeto para ignorar distractores y concentrarse: focalizar una sola fuente de información (tarea),

ignorando el resto de estímulos provenientes del medio ambiente. Evitando la distracción por otros estímulos, se concentra en analizar los detalles que componen una información. Las propiedades de selección están relacionadas con sofisticados procesos cognitivos y probablemente la selección de una señal esta relacionada con representaciones almacenadas en la memoria.

- Atención dividida: se presentan cuando se atiende al mismo tiempo dos o más fuentes de información, se pueden dar respuestas simultáneas a las exigencias del medio. Esta atención utiliza el manejo de la atención de modo consciente y dirigido donde se distribuyen todos los recursos con los que cuenta el sujeto.

- Atención sostenida: capacidad del individuo para que la atención permanezca activada durante periodos de tiempo relativamente largo.

- Atención global: en base a la amplitud determinada que tiene la atención, su fin es llevar a cabo una estructura organizada de las partes o elementos que componen una información o una tarea, de modo que busca utilizar al máximo la amplitud.

- Atención voluntaria, es determinada por los fines de la actividad consciente a lo que se dirige e inhibimos repuestas inapropiadas, se dice que en estos casos se tiene un gran control atencional, ya que exige un cierto esfuerzo para mantenerlo.

- Atención involuntaria, se activa al existir cambios en el medio ambiente, lo suficientemente fuertes para activar el mecanismo, depende fundamentalmente de las características del estímulo ambiental y se ha llamado reflejo de orientación.

Estos dos últimos tipos de atención no se pueden separar del todo, ya que fácilmente se puede pasar de una a otra categoría y viceversa. Depende de las condiciones del entorno y del sujeto, como el rendimiento de factores motivacionales y emocionales.

En cualquier tipo de atención el control atencional, inicia cuando la atención se pone en marcha y sus mecanismos de funcionamiento se despliegan en función de las demandas del medio, esto requiere de cierto esfuerzo por parte del sujeto para mantenerla, que se expresa en funciones ejecutivas como planear, organizar conductas, inhibir conductas inapropiadas y evaluar la conducta. Además la función de control está relacionada con la memoria a corto plazo, la cual coordina y maneja todas las actividades de procesamiento de la información del cerebro.



(García, 1997; López y García, 1997; Smirnov, Rubinstein , Leontiev y Tieplov, 1960)

### 1.3.5 Manifestaciones de la atención

Se deriva de la actividad generada por el sistema nervioso, compuesta por la respuesta fisiológica y motora.

La respuesta fisiológica, se le conoce como correlato psicofisiológico de la atención. Y se manifiestan por la actividad cortical que se puede registrar por medio del electroencefalograma o por potenciales evocados. Del sistema nervioso central la actividad eléctrica desciende a sistema nervioso periférico, donde para el registro de actividad se usa el registro electromiográfico.

La actividad eléctrica del sistema nervioso central también puede descender por el sistema nervioso vegetativo o sistema nervioso autónomo y manifestarse en variaciones de la frecuencia cardíaca, presión arterial, ritmo respiratorio o dilatación pupilar por activación simpática. Estos resultados son observables y su registro refleja cambios bruscos en la atención que por su magnitud e intensidad alcanzan la activación vegetativa registrable.

Las respuestas motoras son observables, manifestándose por la orientación de la cabeza, ajustes posturales, movimientos oculares hacia el objeto, etc.

La respuesta motora que permite mantener la atención por periodos de tiempo amplio, permite valorar el rendimiento del sujeto y ser reflejo de una concentración alta en una actividad cognoscitiva intensa o superior. (García, 1997; López y García, 1997)

### 1.3.6 Desarrollo de la atención

El desarrollo del sistema nervioso central y el desarrollo psicológico, van de la mano, son interdependientes. Como refieren Pratt y Greydanus (2007) la habilidad de la atención y la discriminación se incrementa con el desarrollo normal y la maduración de los sistemas emocional, cognitivo, neurológico y físico del niño. Es así que conforme el cerebro va alcanzando niveles más altos de maduración, los procesos psicológicos van aumentando su complejidad.

Entre los cambios que llevan al desarrollo del sistema nervioso se encuentra la mielinización de las neuronas, la mielina posibilita la conducción más rápida del impulso nervioso a través de las neuronas y se alcanza una mayor especificidad en las vías de conducción.

La corriente cognitiva incluye tres vertientes que explican el desarrollo de la atención:

- Como un proceso independiente, donde el niño no es capaz de integrar y acoplar la información que provienen de la atención a otros procesos psicológicos. La atención se ve paralela al desarrollo de la psique del niño, como si fueran dos procesos diferentes.
- Como parte del desarrollo psicológico, donde se relaciona con la percepción, la atención es considerada una propiedad más de la percepción y no como un proceso independiente que forme parte integral del desarrollo de la psique del niño.
- Como parte del desarrollo cognitivo integral, junto con la percepción, memoria, pensamiento, inteligencia. Donde se desarrolla a la par que los otros procesos psíquicos, independientes pero correlacionados.

Las dos primeras vertientes no son consideradas, dado que se ha visto la atención es un proceso de la mente humana, que se forma como proceso independiente pero armonizado con los otros procesos y sirve como control sobre ellos y les apoya cuando las tareas exigen un mayor esfuerzo.

La tercera vertiente es compartida con el enfoque neuropsicológico, donde se considera a la atención como un proceso psicológico, que se desarrolla desde el nacimiento del sujeto, a partir de las experiencias con los objetos externos y del papel mediatizador que desempeñan los adultos, es decir, influye en gran medida la interacción social.

Durante la ontogenia la atención se desarrolla con varios niveles, comienza a desarrollarse desde las primeras semanas de vida en su forma más primitiva, la atención involuntaria. Conforme crece el niño esta atención hace que desarrolle capacidades orientadoras e investigativas en la manipulación de objetos, así en el primer año de vida: el reflejo de orientación adquiere formas diferentes con la

aparición de estímulos nuevos y diferentes, durante el segundo año de vida la atención comienza a ser selectiva.

A medida que el niño desarrolla su control motor y su percepción es más selectiva, se incrementa su capacidad atencional y el control de la misma, la atención se amplía con la edad. Conforme el niño pasa de la infancia a la adolescencia el proceso de atención se desarrolla y se va regulando por el paso del tiempo y la guía de los padres, después queda a voluntad del individuo y forma su carácter selectivo, así se consolida la atención voluntaria de la persona.

El sostenimiento de la atención va aumentando gradualmente conforme la edad, así a los 2 años llega a los 7 minutos y a los 5 hasta los 14 minutos.

El adolescente se caracteriza por tener una mayor constancia, concentración, intensidad en su atención y selectividad estable. Tanto la costumbre de poner atención en un objeto y mantenerla voluntariamente le es difícil, pero aún continúan desarrollándose en esta etapa. Para la juventud la atención se desarrolla aun más, ello condiciona la alta capacidad de trabajo. La atención es un componente básico de la actividad mental del adulto. La atención como proceso psicológico, ya formado es activo pues guía y simplifica las acciones que realiza el ser humano.

Vigotsky (Aranda, 1990; Smirnov et al., 1960) señalo que la atención se caracteriza por la transformación inicialmente refleja, mediante la adquisición de un carácter voluntario a partir de la interacción, así cuando se integra a los otros procesos psicológicos organizados en la actividad psicológica, esto permite al hombre interactuar con el ambiente natural y social mediante su representación y transformación.

Hay otros factores importantes en el desarrollo de la atención, tal como la motivación, la cual influye sobre la dirección y la estabilidad de la atención, esta aparece desde la infancia hasta la muerte del sujeto.

#### 1.4 Memoria

La memoria permite almacenar experiencias y percepciones para evocarlas posteriormente, así la memoria refleja nuestras experiencias pasadas, nos permite

adaptarnos a las situaciones presentes y nos guía hacia el futuro, es indispensable en muchos procesos cognoscitivos, pero no es de mayor jerarquía.

Ridruego (1996) menciona a saber existen tres modelos que explican el funcionamiento de la memoria, los modelos estructurales, incluyen la atención, percepción y memoria para explicar el procesamiento humano, ordenado de acuerdo a diferentes características de la información, y describe a la memoria como un conjunto de almacenes; modelos procesuales, destaca los procesos implicados en la función mnémica, mismos que se aplican a la información que se va a codificar en el momento de entrada al sistema, hecho que desencadena un conjunto de fases que pueden ordenarse en función de su profundidad de procesamiento y por último los modelos integrados, que intentan complementar los modelos anteriores, entre sus modelos se encuentra el del procesamiento distribuido en paralelo, desarrollado por las neurociencias.

En base a estos tres modelos se describirá la memoria, con la teoría cognitiva los modelos estructurales y procesuales de manera conjunta, dado que se complementan en la descripción del funcionamiento de la memoria y por último apoyados en modelo de las neurociencias, el modelo integrado que incluirá el principio del procesamiento distribuido en paralelo.

#### 1.4.1 Modelo estructural y procesual de la memoria

##### 1.4.1.1 Funcionamiento de la memoria

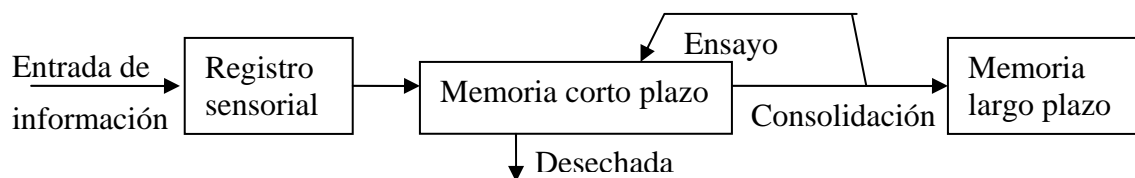
La corriente cognitiva es quien da paso al estudio de la memoria como fenómeno organizado y no solo como asociaciones, da como principios rectores la selectividad y la organización de la información almacenada, a partir de aquí surgen una gran variedad de formas que explican las características estructurales de la memoria. El más completo y representativo es el de Atkinson y Shiffrin. Vinculan a la memoria con otros procesos mentales y estudian los procesos y operaciones de control de la memoria en codificación, almacén y recuperación.

De manera similar Crack y Lockhart (1979) (En Ridruego, 1996) enfocan los modelos procesuales de la memoria. Ellos desarrollan su trabajo con modelos multialmacén incorporando a la memoria con otros procesos mentales lo que amplía la noción de memoria como proceso cognitivo.

Atkinson y Shiffrin (Aranda, 1990) describen los almacenes básicos de la memoria, sin un control voluntario por parte del sujeto; y luego bajo el registro del sujeto se complementan con los procesos de control, que son estrategias y procedimientos, como codificación, operaciones de retraso y estrategias de búsqueda, por lo que opera un flujo de información como parte de la memoria.

Surge un modelo donde existen básicamente dos memorias, la de corto plazo (MCP) y largo plazo (MLP), que tienen un sistema independiente e interactúan activamente. Se describe su interacción en el esquema 1.

Esquema 1. Interacción entre memoria de corto plazo y memoria de largo plazo.



El proceso de registro sensorial dura 1 segundo y luego pasa al almacén de corto plazo que, cuenta con procesos de control (codificación, decisión, estrategia de recuperación), retiene la información gracias al esfuerzo del sujeto, cuenta con capacidad limitada y la información dura aproximadamente 30 segundos. Si esta información se consolida, a base de ensayos iterativos, pasa al almacén de largo plazo o MLP la cual es más durable y estable con el paso del tiempo, este almacén cuenta con una capacidad ilimitada, si no se deseche.

Del modelo estructural Tulving explica el funcionamiento de la memoria en dos unidades, el sistema de interacción con mecanismos para adquirir, retener y evocar información donde usan ciertas reglas de operación y un tipo de consciencia. El sistema múltiple de memoria donde dos o más sistemas son caracterizados por reglas de operación fundamentalmente diferentes, cada uno con propósitos específicos. (Aranda, 1990; Ridruego, 1996)

Dentro de esta misma lógica, está la hipótesis de la codificación específica, que señala que se almacena la información tal y como se percibe, explica la recuperación de la memoria episódica (de eventos) por medio de procesos

figurativos. Por otro lado está la hipótesis de la continuidad asociativa, descrita por Piaget, explica la recuperación de la memoria semántica (de hechos y datos), por medio de procesos operativos, con el uso de claves fonéticas para hacer más eficaces las claves semánticas en la recuperación.

Lo anteriormente descrito, es necesario para explicar adelante las clasificaciones de la memoria

#### 1.4.1.2 Procesos básicos de la memoria

Para abordar las clasificaciones, es necesario comprender los procesos de control que operan en la memoria, dado que estos son parte de sus características. Los procesos básicos de la memoria son:

- Registro y codificación, toda vez que se adquiere información se envía a codificación, estructuración e integración, donde la teoría cognitiva agrega análisis, síntesis, categorización, la relación con información previa. De la forma en que se codifique esta información depende la duración de la información. Sin duda hay muchos factores que influyen en la codificación. La atención permite focalizar el estímulo y si se concentra en el significado dejando sus atributos físicos es probable que se recuerde. Brewer y Wagner sostienen que la corteza prefrontal y la región parahipocampal desempeñan un papel muy importante en la codificación de la memoria y el papel que desempeña en la memoria de largo plazo.
- Almacenamiento y conservación de la información. Los procesos de consolidación y reconstrucción de esquemas mentales ya existentes en el sujeto y conforme la clasificación de memoria, se determina la temporalidad en corto y largo plazo. De acuerdo a las características propias de la información almacenada esta memoria se denomina visual, auditiva, kinestésica, espacial, emocional y semántica.
- Evocación. Son los mecanismos y estrategias de recuperación de la información que se encuentran en los sistemas de almacenamiento del cerebro tales como los procesos de selección y recuerdo de la información. El lóbulo frontal es muy importante para este proceso.

#### 1.4.1.3 Niveles de procesamiento y recuperación de información

Crack y Lockart (1979) (Ridruego, 1996) han estudiado la relación entre memoria con los procesos de percepción y de reconocimiento de patrones; entre los códigos que utiliza la memoria en estos procesos resalta el grado de elaboración y la distintividad del material almacenado (factores contextuales) así como la destreza del sujeto. Así las diferencias de retención se explican por el nivel de profundidad de procesamiento de la información, que va de lo más superficial a lo más elaborado.

La profundidad de la codificación y análisis de un estímulo determina la eficacia del recuerdo, por lo que el nivel de procesamiento de información depende de su naturaleza, del tiempo de procesamiento disponible para hacerlo, así como de la atención dedicada a un estímulo y finalmente si es compatible con las estructuras existentes.

Los niveles de procesamiento son: inferiores o superficiales que analiza los rasgos físicos del estímulo y dan lugar a huellas mnémicas poco duraderas, y los profundos que reconocen patrones que realizan una codificación semántica que genera trazos de mayor persistencia.

El concepto de MCP se le considera una memoria operativa o en funcionamiento y se caracteriza por ser el sistema de control activo que coordina y organiza flujos de información generados por los estímulos y por el propio sistema cognoscitivo. Además está el sistema ejecutivo de control que se encarga de coordinar y vigilar muchos y complejas subrutinas responsables tanto de adquirir nuevo material como de recuperar el antiguo. Es un sistema de capacidad y retención limitada que se encarga de tareas tales como comprensión de lenguaje, resolución de problemas operativos y cálculo mental.

Olvido. Dentro del estudio de la memoria, se postula como un factor de limitación de la recuperación de la información y no de la capacidad de almacenar. Se considera como el proceso de modificación de la memoria más importante y constituye la eliminación de información consideradas como otro proceso normal y útil.

Entre las funciones del olvido está el reducir la recuperación de la información importante, por lo tanto permite la síntesis de características e ideas generales de

la información más útil para el pensamiento creativo y la solución de problemas, lo cual la memorización exacta no permite. En la psicología su función se ubica para suavizar el dolor emocional y la aflicción.

Algunos de los mecanismos que existen en el olvido son:

Desvanecimiento: la huella mnémica se debilita. Si no hay interacción de la información con el tiempo.

Desplazamiento: nueva información ocupa el lugar de la información anterior.

Distorsión: es el mecanismo que opera en las modificaciones de memoria necesarias para adaptarse a diferentes esquemas cognitivos.

Interferencia: el aprendizaje de cierta información puede interferir en la memorización de otra sobre todo si es similar, es el proceso intermedio entre el desplazamiento y la distorsión, se produce sobre todo cuando hay deficiencias en la codificación.

Represión: olvido motivado inconscientemente por efecto de los mecanismos psicológicos de defensa ante la angustia, es el fallo de la recuperación de la información sin que exista pérdida real de la misma.

Defectos de evocación: puede producirse por ausencia de claves asociativas habituales o especialmente relacionadas con el recuerdo que no puede recuperarse. (Aranda, 1990; Ridruego, 1996)

#### 1.4.2 Modelo integrado

Las neurociencias, han destacado la importancia de toda la corteza cerebral desechando los viejos paradigmas de una sola región cerebral para una sola función.

De cualquier forma hay diferencias entre las estructuras del sistema nervioso central. El cerebelo almacena memoria para el control de movimiento fino, como el movimiento de lengua, labios para la articulación de la palabra. El lenguaje como expresión de pensamiento es función de toda la corteza.

Por ejemplo, se ha mostrado que el sujeto que aprende dos o tres idiomas utiliza diversas áreas de la corteza cerebral, estableciéndose áreas de asociación entre regiones superiores e inferiores, derechas e izquierdas, anteriores y posteriores.



De cualquier forma hay áreas de corteza cerebral descritas para funciones específicas como la 17 y 18 de corteza occipital que recibe la información de la vía visual. Su destrucción completa deja al sujeto con amaurosis. Igualmente la destrucción del área o zona 44 y 45 de Brodman en la circunvolución frontal inferior, deja al paciente con incapacidad para la ejecución del lenguaje (afasia).

En cambio en las lesiones muy pequeñas de la corteza cerebral puede haber sustitución de esa función por otras áreas de la misma, lo que permite una gran flexibilidad en el funcionamiento del sistema nervioso.

Últimamente se ha estado encontrando en regiones diencefálicas funciones de razonamiento consideradas de exclusiva competencia para la corteza, lo que derivaría en ruptura de paradigmas.

#### 1.4.2.1 Proceso en paralelo

Investigadores han identificado todo un sistema complejo necesario para el adecuado funcionamiento del sistema nervioso central (SNC), para lograr entender el papel de este en la memoria se han realizado investigaciones con animales y pacientes lesionados y esto a ayudado a identificar el papel de algunas estructuras subcorticales que en conjunto con la estructura molecular cerebral son indispensables para el funcionamiento mnémico del ser humano.

La participación de los neurotransmisores en el SNC es la base de su funcionamiento. Redescriben dos funciones inhibición y excitación postsináptica. Las sinapsis excitadoras provocan una disminución en el potencial de reposo para dar lugar a una despolarización de la membrana y origina un potencial de acción (por ejemplo la Acetilcolina (ACh o Aco), la cual no se da en todas las estructuras nerviosas). Como inhibidoras generan una hiperpolarización de la membrana receptora o bien reducción del mediador liberado –inhibición sináptica- en cualquier caso se impide la activación de la neurona.

Esta es la explicación tradicional simplificada entre dos células. Sin embargo, cada neurona establece relación con otras mil, diez mil o hasta 200 000 neuronas mas. Siendo que se consideran 100 millones de neuronas las del sistema nervioso la complejidad del mismo, es fascinante y estos breves párrafos solo son una referencia para esta temática.

Las sinapsis donde la ACh es el mediador se le llaman colinérgicas, estas interesan de modo particular dado que Briggs y Kitto encontraron correlación positiva entre capacidad aprendizaje y la cantidad de ACh. Así mismo se habla de un sistema límbico colinérgico (hipocampo, formación reticular mesencefálica y la región septal). Dada su acción en esta región, hay relación directa entre la acetilcolina y la memoria de largo plazo.

Por otro lado el papel de la dinámica hormonal desempeña un papel importante tanto en memoria como en aprendizaje, dado que integra un amplio circuito conformado por las rápidas reacciones neuronales y las más lentas de esos mensajeros químicos que salen y entran al SNC y lo vinculan a la economía total del organismo.

#### 1.4.3 Clasificaciones y tipos de memoria

A lo largo del estudio de la memoria, los teóricos e investigadores han realizado diferentes clasificaciones a la memoria, considerado diferentes criterios, derivado de esta variedad de tipificaciones han surgido diversos modelos, donde utilizan términos diferentes para un mismo sistema de memoria. Sin embargo se ha identificado a la memoria de corto y largo plazo como modelo base, diferenciadas por la duración de la información en cada uno de estos sistemas, el papel que juega la atención en cada una de estas, el procesamiento consciente de la información y la capacidad de almacenaje de cada una de estas.

Se describe a continuación la clasificación de los distintos tipos de memoria según su fase de proceso, evocación, tiempo, datos almacenados y funcionamiento de la memoria en referencia a la información almacenada.

Se considera a la memoria de corto y largo plazo como estados funcionales de la memoria, es decir, se piensan como un único sistema de memoria; y no como estructuras separadas e independientes. Por lo que a continuación se explican sus diferencias y sus interrelaciones.

#### 1.4.3.1 Memoria a corto plazo (MCP).

Dentro de la MCP se encuentran:

##### 1.4.3.1.1 Memoria sensorial

Es la información proveniente de un órgano sensorial particular, se le relaciona con la fase inicial que es la atención y el proceso de registro involucrado en la percepción, dura varios milisegundos y de acuerdo a la naturaleza de la información puede retenerse unas décimas de segundo y desecharse por intrascendente, pero si tiene algún significado pasa a otro nivel superior del sistema nervioso y puede incorporarse a la memoria de corto plazo. Usualmente esta información desaparece y no tiene ningún proceso cognoscitivo. Se reconocen la memoria sensorial icónica (de tipo visual, ocurre inmediatamente después de ver el objeto) y ecoica (de origen auditivo, dura una décima de segundo y esta hace posible que percibamos el lenguaje como un continuo).

##### 1.4.3.1.2 Memoria primaria

Es un almacén que requiere poco procesamiento de la información que la persona acaba de recibir, la cual no se recuerda por más de 20 o 30 segundos, por tanto es la información que se recuerda inmediatamente después de estudiarla, dado que no es necesario evocar porque nunca ha abandonado el curso principal de nuestro pensamiento a menos que se practique el ensayo, entonces la información durara más en este sistema, pero será reemplazada por nueva información poco a poco. Es un sistema de memoria de capacidad limitada. Es durante la niñez que la capacidad de esta memoria se incrementa.

Es parte fundamental para la conservación del material y para la selección del material que se almacenara en base al resultado de otros procesos mentales, siendo por tanto su desarrollo paralelo a estos. Desarrolla funciones primordiales de tareas como: comprensión de lenguaje y resolución inmediata de problemas simples, aquí su papel es central y se requiere de sistemas atentos, perceptivos, operacionales intencionales e incluso dependen de matices contextuales. Baddeley (1991) sostiene que la MCP se inicia acústicamente y Bermúdez (2001) menciona que esta memoria se procesa en la corteza prefrontal.

#### 1.4.3.1.3 Memoria de trabajo

Se considera un proceso fundamental de la MCP, se refiere al almacenamiento temporal de la información necesaria para realizar una serie de tareas cognitivas, tales como la comprensión, el aprendizaje y el razonamiento entre otros, dicha información es específica de objetos particulares, se mantiene hasta que es utilizada, después se desecha, funciona como un sistema de supervisión de la información, para ser codificada, almacenada y evocada, así mismo verifica que los recuerdos evocados concuerden con las demandas de la situación.

Esta memoria se correlaciona con la mejor comprensión de lectura, capacidad de inferir significados de textos y la velocidad de procesamientos de la información. La dopamina está implicada en la memoria de trabajo, si hay déficit en el lóbulo prefrontal conlleva a problemas de la memoria de trabajo

La función de la atención en este tipo de memoria es fundamental, dado que si está falla, la memoria de trabajo se vería alterada en cuanto a no poder atender un estímulo determinado. La consolidación del recuerdo requiere procesamiento posterior, con lo cual pasa a formar parte de la memoria a largo plazo.

#### 1.4.3.2 Memoria a largo plazo (MLP).

Contiene información que es procesada de manera profunda (por ejemplo repetición y repaso) y se almacena de manera bastante o por completo permanente, está aumenta rápidamente con la edad durante la niñez intermedia y tardía; y continúa incrementándose hasta la juventud.

Para los teóricos cognitivos, consiste en un sistema con capacidad ilimitada, posee una muy importante organización mnémica, lo cual facilita la recuperación de información. Se considera al olvido como un factor de la limitación de la recuperación, no de la capacidad de almacenar. Baddeley (1991) sustenta que la MLP está favorecida por información semántica. Las neurociencias la conciben como la evocación de la información después de que la atención del sujeto se ha enfocado a otras tareas y el olvido es lento o bien el material no se olvida tradicionalmente se involucra principalmente al lóbulo temporal como el almacén para esta memoria.

La memoria a largo plazo, se divide en dos grandes grupos: la declarativa o explícita y la no declarativa o implícita que se explican o continúan.

#### 1.4.3.2.1 Memoria declarativa o explícita

Se caracteriza por la evocación que requiere de la participación consciente, generalmente por medio del lenguaje. Se requiere de la integración de múltiples fragmentos de información que coincidan en el tiempo. Esta memoria según Bermúdez (2001) es la única que atraviesa MCP y MLP debido a que su formación requiere el procesamiento consciente de la información (lo cual realiza la MCP) y el almacenamiento depende del lóbulo temporal (considerado el almacén de la MLP). El procesamiento de información se realiza en la región hipocampal (hipocampo más la corteza circundante) y del diencefalo (tálamo e hipotálamo) en coordinación con la corteza cerebral donde se almacena la información. Y puede ser reforzada por el contenido emocional asociado a ella e implica el papel de la amígdala.

Esta memoria requiere de un esfuerzo consciente y deliberado, por lo que en su evaluación se usan pruebas explícitas, dentro de esta se distinguen dos tipos de memoria de acuerdo al tipo de información que almacenan, Tulving (1987, 1992), de corriente cognitiva, las describe:

MLP semántica: se hace cargo del conocimiento casi permanente que se posee del mundo, los hechos, el recordar y representar un acontecimiento o dato de disposición semántica que no está presente perceptualmente presente, es uno de los determinantes más poderosos del rendimiento en las tareas mentales, debido a que comprende por ejemplo el significado de las palabras y el conocimiento de los hechos, esta información no tienen ubicación temporal (no referencia cronológica), ni espacial y no hay conciencia de la ocasión en que se estableció dicha información.

MLP de experiencias personales. Se le refiere como episódica por pertenecer al sujeto en sucesos del mundo en general, sus relaciones temporales, espaciales ubicando las circunstancias donde se aprendió la información. Organiza el conocimiento cotidiano del mundo y posee nuestra historia personal, por lo que es muy importante y requiere de múltiples relaciones, clasificación y especificidad.

#### 1.4.3.2.2 Memoria no declarativa, de procedimiento, refleja o implícita

Se caracteriza por tener una acción de uso automático en la evocación, no hay participación consciente, por lo que es de uso automático. Algunos teóricos proponen a todo el sistema nervioso como el almacén de esta memoria, suponen que las neuronas que se activan son en las que archivan la información y las mismas las evocan, incluso no requiere del uso de palabras y se traduce en un mejor desempeño en la tarea realizada.

Para que la información llegue a corteza cerebral son importantes la amígdala, el cerebelo y los ganglios basales. Aquí se tienen diferentes tipos de memoria las cuales operan por los principios del condicionamiento clásico, el condicionamiento operante, los hábitos y habilidades, el aprendizaje asociativo como hábitos y el priming (fenómeno por el cual la ejecución es facilitada o entorpecida por la información a la que se tuvo acceso recientemente.)

Algunos investigadores han dividido esta evolución ontogenética, en diferentes estadios. Piaget, Inhelder y Sinclair coinciden en que el lapso de maduración de los esquemas en la memoria es de los 14 años hacia atrás y sustentan que existen diferencias según la edad en la conducta mnemónica, donde hay niveles diferentes, desde la imitación diferida (de la etapa sensorio motriz, según Piaget) hasta la evocación, que es la forma más elaborada, y el reconocimiento. En la adolescencia el pensar implica establecer y hallar relaciones lógicas, donde intervienen otros procesos cognoscitivos. Esto en relación con el aprendizaje, se notan dos fases de un proceso global.

#### 1.4.4 Desarrollo de la memoria

Al igual que otras funciones de corteza cerebral, la formación de la memoria depende de la maduración del sistema nervioso central (SNC), fundamentado en un proceso bioquímico. En este contexto la evolución del niño, pasa por estadios de diferente organización y complejidad, así la capacidad de memorizar y recordar, cambia cualitativamente durante estos estadios y depende principalmente de la maduración orgánica, esto se refleja en la maduración de los procesos cognitivos.

La memoria se evidencia con los primeros reflejos condicionados, que implican la formación de conexiones que posibilitan las respuestas condicionadas. Desde las primeras semanas de vida existe cierta capacidad de memoria, que depende del tiempo que tarda el niño para establecer relación entre la primera percepción y la segunda que establece la relación y la manifestación del condicionamiento. Este periodo se llama de latencia y disminuye conforme se desarrolla la infancia, dado que aumentan las interconexiones entre las neuronas de la información aferente que siempre existe.

Se piensa que desde los 6 meses de edad el infante ya tiene estructurados recuerdos y aproximadamente a los 7 meses es capaz de buscar algo que ha desaparecido. Entre los 8 y 12 meses, el período de latencia se acorta desde 7 a 1 segundo y al año de edad la memoria le permite recordar secuencias de eventos específicos,

Hacia los dos años, el recuerdo dura unos cuantos días llegando a semanas durante los dos primeros años de vida. En este sentido Bauer demostró que los niños de 1 a 2 años que pueden recordar sucesos durante semanas o meses y los factores determinantes como la naturaleza de la tarea por recordar, el número de veces que se expuso a la tarea, la disponibilidad de indicadores ambientales, entre otros son los mismos que para niños más grandes o incluso adultos.

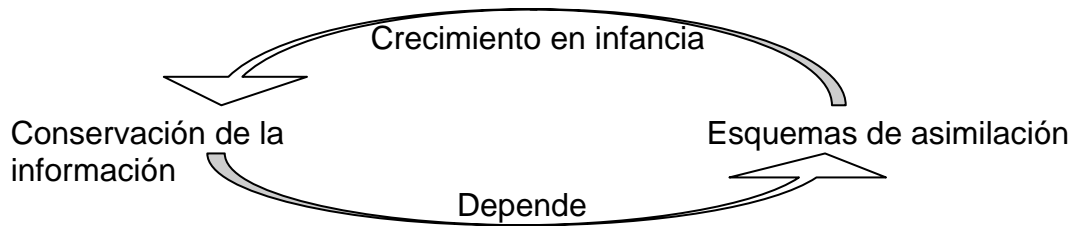
Cabe resaltar que ha esta edad aproximada la amígdala está terminando su maduración lo que evidencia su papel como almacén de la información en la MLP que luego se asocia en un contexto emotivo.

A los cuatro años el recuerdo llega a durar hasta un año y alrededor de los siete años el recuerdo puede alcanzar incluso los tres años.

Hay diferencias en el lapso de maduración para la memoria y para Piaget y otros se presenta hasta los 14 años donde por cierto la evocación es la forma más elaborada.

El adolescente establece y encuentra relaciones lógicas donde interrelacionan diferentes procesos cognitivos lo que implica el desarrollo del pensamiento. Esto en relación con el aprendizaje, se notan dos fases de un proceso global como se muestra en el esquema 2.

Esquema 2. Fases del proceso de aprendizaje.



### 1.5 Consideraciones sobre la atención y la memoria

Si bien los procesos de atención y memoria son básicos para el funcionamiento de la cognición en el ser humano, es preciso mencionar algunas interrelaciones con otros procesos propios del hombre y el papel que juegan dentro de estas y el adecuado crecimiento y desempeño del ser humano.

#### 1.5.1 Atención y memoria en el aprendizaje

Existe una clara relación entre la atención, la memoria y el aprendizaje, puesto que constituyen la capacidad de adquirir nueva información y retenerla, así mismo se clasifican como parte de una misma función cerebral superior. Kandel et al., (2001) definen y plasman muy claramente la conexión entre los dos últimos procesos, aprendizaje es el proceso por el que se adquiere conocimiento sobre el mundo y la memoria es el proceso por el que el conocimiento es codificado, almacenado y recuperado.

Ridruego (1996) menciona que tanto la memoria como el aprendizaje tienden a desarrollarse conjuntamente, ambas son expresión de una buena interconexión del sistema nervioso, sin embargo son totalmente diferentes, lo cual se nota cuando el sujeto al realizar una tarea cotidiana debe usar una de ellas y poco o nada de la otra.

Respecto a la atención se sabe funciona de manera integral con otros procesos cognitivos, sin embargo existe una tendencia a considerar que solo participa en las etapas iniciales del procesamiento, es decir en el análisis, sin embargo cada vez existe mayores datos que incidan la actuación de la atención a lo largo de todas las etapas de procesamiento cognitivo.



El papel de la atención es fundamental para cualquier actividad humana, en particular para el aprendizaje, pues una falta de atención puede provocar que no se comprenda o bien que se fije mal en la memoria la información recién aprendida. Kandel, et al (2001) mencionan que la facilidad con que se transfiere la memoria a corto plazo a memoria a largo plazo varía mucho dependiendo entre otros factores de la atención.

En general se ve que el papel de la atención y la memoria son importantes para el buen desempeño del aprendizaje, al menos queda claro que si alguno de estos dos procesos falla al momento del aprendizaje, éste se verá afectado, tanto en su adquisición como en la utilización del material aprendido.

#### 1.5.2 Alteraciones en la atención y la memoria

Schettler (2000) menciona que la exposición a contaminantes químicos y ambientales juegan un papel importante en el desarrollo de desordenes del aprendizaje, de conducta y del desarrollo, sin embargo no son los únicos, interactúan constantemente con los factores genéticos, sociales y alimenticios, estos desordenes cubren un amplio espectro de inhabilidades, en cada uno se encuentra una serie de síndromes tales como desorden de conducta, autismo, aprendizaje, retraso mental y de atención entre otros.

Lo normal y lo anormal es objeto de discusiones e incertidumbre, por medio de consensos científicos se obtiene un largo numero de alternativas diagnosticas y clasificaciones, frecuentemente se da la redefinición de síndromes que parecen nuevos, de modo que se pueden tener similares inhabilidades y diferentes nombres o diferentes inhabilidades y el mismo nombre.

Estos resultados pueden ser muy bien caracterizados, o bien trabajarlos con rígidas entidades diagnosticas, donde el síndromes es definido por síntomas clínicos, sin embargo los síntomas pueden ser inespecíficos, ya que cada de ellos pueden ser parte de muchas condiciones propias del desarrollo, médicas y psiquiátricas, así como consideradas normales en niños. Por lo anterior no es sorprendente que el diagnóstico se dificulte al seguir marcadores específicos de desordenes.

Por ello para fines de esta investigación se apegara a los criterios establecidos por el Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM IV-R), el cual clasifica el trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH) como parte de los Trastornos de inicio en la infancia, la niñez o la adolescencia, lo cual nos da la ventaja de establecer los criterios adecuados para los niños.

Al TDAH la psicología cognitiva lo considera causado por la falta de atención sostenida, de modo que el sujeto no es capaz de mantener la atención fija en algún objeto en particular, siendo la distribución de recursos atencionales distinta a lo que normalmente se presenta, en este caso se caracteriza por enfocar la atención a estímulos periféricos dentro de un marco espacial más amplio, es inconstante y se logra por periodos muy breves de modo que no hay una apropiada inhibición a estímulos periféricos, dejando entrar a éstos en la memoria de trabajo, contrario a lo que se observa en sujetos sin TDAH, donde la respuesta a estímulos periféricos es totalmente suprimida y esto genera que la memoria de trabajo este ocupada en la tarea central.

Los criterios que establece el DSM IV-R para su diagnóstico son los siguientes:

Seis (o más) de los siguientes síntomas de desatención han persistido por lo menos durante 6 meses con una intensidad que es desadaptativa e incoherente en relación con el nivel de desarrollo:

#### Desatención

- (a) a menudo no presta atención suficiente a los detalles o incurre en errores por descuido en las tareas escolares, en el trabajo o en otras actividades
- (b) a menudo tiene dificultades para mantener la atención en tareas o en actividades lúdicas
- (c) a menudo parece no escuchar cuando se le habla directamente
- (d) a menudo no sigue instrucciones y no finaliza tareas escolares, encargos, u obligaciones en el centro de trabajo (no se debe a comportamiento negativista o a incapacidad para comprender instrucciones)
- (e) a menudo tiene dificultades para organizar tareas y actividades
- (f) a menudo evita, le disgusta o es renuente en cuanto a dedicarse a tareas que requieren un esfuerzo mental sostenido (como trabajos escolares o domésticos)

(g) a menudo extravía objetos necesarios para tareas o actividades (p. ej., juguetes, ejercicios escolares, lápices, libros o herramientas)

(h) a menudo se distrae fácilmente por estímulos irrelevantes

(i) a menudo es descuidado en las actividades diarias.

Seis (o más) de los siguientes síntomas de hiperactividad-impulsividad han persistido por lo menos durante 6 meses con una intensidad que es desadaptativa e incoherente en relación con el nivel de desarrollo:

#### Hiperactividad

(a) a menudo mueve en exceso manos o pies, o se remueve en su asiento

(b) a menudo abandona su asiento en la clase o en otras situaciones en que se espera que permanezca sentado

(c) a menudo corre o salta excesivamente en situaciones en que es inapropiado hacerlo (en adolescentes o adultos puede limitarse a sentimientos subjetivos de inquietud)

(d) a menudo tiene dificultades para jugar o dedicarse tranquilamente a actividades de ocio

(e) a menudo «está en marcha» o suele actuar como si tuviera un motor

(f) a menudo habla en exceso

#### Impulsividad

(g) a menudo precipita respuestas antes de haber sido completadas las preguntas

(h) a menudo tiene dificultades para guardar turno

(i) a menudo interrumpe o se inmiscuye en las actividades de otros (p. ej., se entromete en conversaciones o juegos)

Algunos síntomas de hiperactividad-impulsividad o desatención que causaban alteraciones estaban presentes antes de los 7 años de edad.

Algunas alteraciones provocadas por los síntomas se presentan en dos o más ambientes (p. ej., en la escuela [o en el trabajo] y en casa).

Deben existir pruebas claras de un deterioro clínicamente significativo de la actividad social, académica o laboral.

Los síntomas no aparecen exclusivamente en el transcurso de un trastorno generalizado del desarrollo, esquizofrenia u otro trastorno psicótico, y no se explican mejor por la presencia de otro trastorno mental (p. ej., trastorno del

estado de ánimo, trastorno de ansiedad, trastorno disociativo o un trastorno de la personalidad).

El DSM-IV clasifica al TDAH con tres subtipos: inatento, hiperactivo-compulsivo y combinado.

Para el diagnóstico del subtipo apropiado se debe indicar en función del patrón sintomático predominante durante los últimos 6 meses, así el trastorno por déficit de atención con hiperactividad:

- tipo combinado debe utilizarse si han persistido por lo menos durante 6 meses, 6 (o más) síntomas de desatención y 6 (o más) síntomas de hiperactividad-impulsividad.

- tipo con predominio del déficit de atención, debe utilizarse si han persistido por lo menos durante 6 meses, 6 (o más) síntomas de desatención (pero menos de 6 síntomas de hiperactividad-impulsividad) y

- tipo con predominio hiperactivo-impulsivo, debe utilizarse si han persistido por lo menos durante 6 meses, 6 (o más) síntomas de hiperactividad-impulsividad (pero menos de 6 síntomas de desatención).

Greydanus, Pratt, Patel (2007) mencionan que el TDAH en Estados Unidos se sitúa entre el 3-9% de niños y adolescentes en investigaciones Americanas, y en los adultos entre el 3-5 %, con criterios de la Asociación Americana de Psiquiatría, es decir del DSM-IV. En el 2006 a 5 millones de personas en USA les prescribieron psicoestimulantes como tratamiento para el TDAH, 3.5 millones entre 3 y 19 años, y 1.5 millones entre 20 y 64 años.

Moss, Nair, Vallarino y Wang, (2007) resaltan que en niños el rango es entre 2 y 18 % en comunidades estudiadas recientemente por el Centro de Control de Disfunciones que reportó del Examen Nacional de Salud Infantil (NSCH-2003) en USA, de modo que en 2003 aproximadamente 4.4 millones de niños de entre 4 y 17 años tenían en su historia clínica TDAH. Se nota claramente que la incidencia en menores es por mucho superior a la presentada por los adultos. En México no hay cifras confiables que demuestren la incidencia del TDAH.

Por otro lado, Aboitiz y Schöter (2005) menciona que entre el 20 y el 30 %, continúan como adultos con la condición de TDAH y en esta etapa de vida genera consecuencias muy claras, las cuales varían de acuerdo con la intensidad de los

síntomas, pueden ir de leves a muy graves, aproximadamente entre el 50 al 70 % de los casos presentan comorbilidad en desordenes psiquiátricos. Algunos ejemplos son: problemas familiares que deriven en consecuencias psiquiátricas (depresión y ansiedad), no adaptarse a la vida diaria y afectar su trabajo. Sin embargo aun desde la infancia se ven problemas derivados de este trastorno principalmente en el desempeño escolar y a nivel social tiene mayor relevancia a nivel educacional y de salud pública.

El trastorno de aprendizaje se ubica según el DSM-IV entre los trastornos de inicio en la infancia, la niñez o la adolescencia, como se menciona el diagnóstico de los síndromes debe cumplir una serie de síntomas clínicos, así dentro del trastorno de aprendizaje pueden existir anormalidades subyacentes del procesamiento cognoscitivo tales como en la atención sostenida y la memoria, los cuales suelen preceder o asociarse a trastornos del aprendizaje pero no son criterios de diagnóstico.

Dicho trastorno se caracteriza por que el rendimiento del individuo en lectura, cálculo o expresión escrita es sustancialmente por debajo de lo esperado a la edad cronológica del sujeto, con un nivel de inteligencia normal y con una enseñanza apropiada a su edad. Según el DSM IV R los problemas de aprendizaje interfieren significativamente el rendimiento académico o las actividades de la vida cotidiana que requieren lectura, cálculo o escritura.

Garza (2005) menciona que el trastorno de aprendizaje y el TDAH son distintos, sin embargo pueden en algún momento dado sobreponerse (uno de cada cuatro o cinco TDAH), sin embargo los estudios que se han elaborado con resonancia magnética y de tipo genético, no muestran relación alguna entre estos trastornos, en los casos que se han llegado a presentar ambos trastornos, los mayores problemas los presentan en lectura, escritura y aritmética o en varios a la vez.

La amnesia es una perturbación específica de la memoria y constituye el olvido patológico e interfiere en el desempeño personal, social y laboral de la persona que lo padece. Hay condiciones orgánicas que pueden afectar la memoria, ya sea traumatismo craneoencefálico o intervenciones quirúrgicas, accidente cardiovascular, enfermedad viral, trastornos metabólicos o degeneración neuronal,

cabe aclarar que algunos de estos procesos pueden verse influidos por factores ambientales, tales como exposiciones a contaminantes y sustancias tóxicas.

Los principales síndromes amnésicos los siguientes:

- Amnesias retrógradas: pierde memoria ya constituida, la información de hechos y eventos de periodos previos al surgimiento de la amnesia se ven afectados; pueden ser lagunares, focalizadas o progresivas. Y el lenguaje, las habilidades sociales y la personalidad pueden quedar intactos.

- Amnesia anterógrada: la memoria constituida se mantiene, pero no se puede almacenar nuevos recuerdos, ya sean hechos o eventos, las habilidades intelectuales se mantienen intactas, las deficiencias se extienden para información verbal y no verbal y para material presentado en cualquier modalidad.

- Amnesia específica: es el olvido patológico de información de una sola modalidad o submodalidad sensorial, se general con daño local en diferentes áreas de la corteza cerebral.

- Amnesia inespecífica: es el olvido patológico de información que abarca todo tipo de modalidad sensorial, es por lesiones en áreas subcorticales como el hipocampo, y el diencefalo, dado que son estructuras de paso obligatorio de todo tipo de información para la consolidación antes de ser almacenada en la corteza, si estas se dañan no hay posibilidad de almacenar información en la corteza, el daño es específicamente para la información consciente-verbal, la memoria de procedimientos o implícita se conserva intacta.

El DSM IV R clasifica a los trastornos amnésicos, en ausencia de otros deterioros cognoscitivos significativos y los especifican de acuerdo con su etiología presumible:

Trastorno amnésico debido a una enfermedad médica, (p. ej., traumatismo físico, deficiencia de vitaminas)

Trastorno amnésico persistente inducido por sustancias (p. ej., una droga de abuso, un medicamento o la exposición a tóxicos),

Los criterios diagnóstico para ambas etiologías son:

A. El deterioro de la memoria se manifiesta por un déficit de la capacidad para aprender información nueva o por la incapacidad para recordar información aprendida previamente.

B. La alteración de la memoria provoca un deterioro significativo de la actividad laboral o social y representa una merma importante del nivel previo de actividad.

C. La alteración de la memoria no aparece exclusivamente en el transcurso de un delirium o de una demencia.

D. Demostración, a través de la historia, de la exploración física o de las pruebas de laboratorio.

Su diferencia diagnóstica reside como se resume en la tabla 10.

**Tabla 10** Diferencias diagnósticas trastorno amnésico según su etiología, basado en el DSM-IV.

Apartado	debido a una enfermedad médica	persistente inducido por sustancias
C.		Se mantiene más allá de la duración habitual de la intoxicación o abstinencia de sustancias
D.	La alteración de la memoria es un efecto directo de la enfermedad médica (incluyendo un traumatismo físico)	Está relacionada etiológicamente con los efectos persistentes de la sustancia (p. ej., una droga de abuso, un medicamento, exposición a tóxicos)
Especificar Tiempo.	Transitorio: si el deterioro de la memoria dura menos de 1 mes Crónico: si el deterioro de la memoria dura más de 1 mes	

Cabe resaltar que se denomina al trastorno como persistente, cuando la alteración de la memoria permanece una vez que el sujeto deja de experimentar los efectos de la intoxicación o abstinencia de la(s) sustancia(s). Entre los tóxicos que provocan amnesia se incluyen el plomo, el mercurio, el monóxido de carbono, los insecticidas organofosforados y los disolventes industriales.

La edad de inicio y el curso subsiguiente de los trastornos amnésicos puede ser muy variable, y depende del proceso patológico primario que ha provocado el trastorno. (Referente a la exposición a neurotóxicos<sup>2</sup>, dependerá de la sustancia o material expuesto, los cuales pueden provocar el inicio agudo del trastorno amnésico o bien pueden dar lugar a un inicio ilegible). Cabe señalar que los

---

<sup>2</sup> Es el cambio estructural o alteración funcional del sistema nervioso, resultado de la exposición a agentes químicos, biológicos o físicos. (En Costa, Aschner, Vitalone, Syversen, Porat; 2004)

trastornos amnésicos no se clasifican como aquellos que inician en la infancia, sin embargo, cualquier situación determinada para clasificar el trastorno amnésico puede darse desde la infancia.

Por otro lado existen algunos síndromes y enfermedades que implican como parte fundamental de su sintomatología el deterioro de la memoria. Así el DSM VI R clasifica a algunos de estos en el apartado de demencia, las cuales se caracterizan por el desarrollo de múltiple déficit cognoscitivo, incluido el deterioro de la memoria y que se deben a los efectos fisiológicos directos de una enfermedad médica, a los efectos persistentes de una sustancia o a múltiples etiologías.

Sin embargo Pratt y Greydanus (2007) mencionan que los problemas de atención y memoria se pueden incluir como síntomas en problemas de otro tipo, como los problemas de memoria a corto plazo para el retraso cognitivo, en demencias orgánicas, melancolía, trastornos maníacos, depresión y ansiedad. Fortuny (1999) menciona que la atención es susceptible ante factores emocionales, condiciones médicas generales e influencia ambiental adversa.

### 1.5.3 Atención y memoria en la personalidad

Si bien se ha abordado la atención y la memoria para describirlas como procesos mentales, estas han sido estudiadas por otras corrientes como el psicoanálisis, que bordó el papel de la memoria desde sus inicio como parte de la teoría de la interpretación de los sueños, sin embargo no trascendió como las teorías de la formación de la personalidad, en donde se retoma el papel que juegan estos dos procesos mentales.

Por formación de la personalidad se entiende la organización de un repertorio único de comportamientos adquiridos en las condiciones especiales de sus experiencias individuales, las cuales evolucionan en función de una historia personal de interacciones.

Si bien es trascendental considerar estos aspectos del desarrollo, donde intervienen los procesos de atención y memoria, solo se mencionarán algunos, a modo de ejemplo, para resaltar la importancia de conservar estos procesos en el desarrollo del ser humano integral.



La ansiedad de la separación, es una respuesta emocional más o menos compleja que según el psicoanálisis aparece alrededor de los 8 meses de nacido, el infante lo manifiesta incrementando el llanto, inhibe actividades y se dan más expresiones faciales de temor cuando se les deja solos en una situación desconocida o bien alejados de una persona de apego, el apego aparece entre los 6 y 8 meses y alcanza su máxima expresión entre los 14 y 18 meses de edad la cual decrece gradualmente durante la infancia y el periodo preescolar.

Para la corriente etiológica es una señal natural de peligro, la respuesta de temor o evitación y esta biológicamente programado. Para la corriente cognitiva es una consecuencia del desarrollo perceptual y cognitivo del bebe, alrededor de los 6 y 10 meses ya desarrollan esquemas estables y les permite reconocer rostros familiares y conocer el paradero probable de estos acompañantes en el hogar. Así un rostro nuevo inquieta porque esta fuera de sus rostros reconocibles. Para lo cual es necesario que el bebe tenga cierto nivel de desarrollo intelectual.

El desarrollo del apego dependen gran medida del adecuado funcionamiento de la atención y la memoria, dado que para poder reconocer y discriminar, es necesario que recuerden y antes de ello que enfoque su atención en un rostro para después procesarlo como información de un rostro familiar, donde lo aprenden por reforzamiento, al sentirse atraído por quien le satisface sus necesidades, así a largo plazo según la teoría de Erickson y de Freud de un apego positivo (cuando se atiende adecuadamente las necesidades del bebe) estimula la sensación de confianza lo cual permite establecer escenarios para el desarrollo psicológico sano, con sentimientos de afecto, confianza y seguridad.

Otro proceso importante para el desarrollo de la personalidad es la formación del yo, alrededor de los 18 – 24 meses de edad, los infantes internalizan (apropian, hacen suyos) sus esquemas sensoriomotores para formar imágenes mentales y se dan cuenta de su posición (independientes de otras entidades) y pueden averiguar quienes son o que son, para esto es necesario cierto nivel de desarrollo cognoscitivo, así como de experiencia social, lo cual implica de nueva cuenta procesos tan básicos como la atención y la memoria. La importancia de la adecuada formación del yo, radica en que en la adolescencia les permitirá formar

su identidad, así como su yo público y su yo privado de adultos, siendo lo anterior uno de los principios básicos de la formación de la personalidad.

Cabe preguntarse que ocurre con el desarrollo del apego y de la estructura yoica, cuando los procesos de atención y memoria se ven afectados por agentes externos como los tóxicos desde edades muy tempranas como los es in útero. (Musen, Coger y Kagan, 1984; Shaffer, 1999)

#### 1.5.4 Factores ambientales de riesgo en el desarrollo

##### 1.5.4.1 Neurotoxicidad

Hay una gran diversidad de tóxicos ambientales que causan daño en sistema nervioso central y periférico, que pueden determinar alteraciones en las funciones cerebrales superiores. El niño y el anciano son hábiles a estos neurotóxicos, pero en el niño las afecciones son de mucho mayor alcance.

Schettler (2001) identifica a los tóxicos como amenazas para el desarrollo neurológico en la niñez, y toma en cuenta que la interacción de factores genéticos, ambientales y sociales son determinantes en el desarrollo y funcionamiento del cerebro en la niñez, donde su alimentación es determinante. En cuanto a lo social y ambiental, Kandel, et all (2001) menciona que incluso aquellas alteraciones que se le atribuyen un peso mayor a los factores sociales han de tener un aspecto biológico, porque es la actividad cerebral la que esa siendo modificada.

Hussain, Woolf, Sandel, y Shannon (2007) resaltan que el medio ambiente cerrado donde viven los niños es un factor importante, dado que pueden estar expuestos a factores desfavorables como agentes químicos. En E. U. la medicina pediátrica da seguimiento al medio ambiente pediátrico, en los últimos 50 años se ha desarrollado gradualmente en gran parte por la fuerte evidencia de la vulnerabilidad de los fetos y los niños a la influencia ambiental (los tóxicos estudiados incluyen Bifenilos Policlorados [PBCs], Dioxinas, plaguicidas, metales y otros) ellos han observado que la industrialización en su país se ha dado a la par que se muestra un incremento en condiciones crónicas en la salud de la infancia. (Asma, cáncer, problemas en el desarrollo de habilidades). En 1993 La Academia Nacional de Ciencias de E. U. concluyó que los niños son especialmente vulnerables a los plaguicidas (Karr, Solomon y Brock-Utne; 2007)

Hussain, et al., (2007) y Geller, Rubin, Nodvin, Teague y Frumkin (2007) resaltan que el desarrollo del sistema nervioso central humano es el objeto más vulnerable a los tóxicos ambientales, sobre todo pre y posnatalmente, dado que sus diferentes áreas son responsables del dominio de diferentes funciones, éstas áreas se desarrollan en diferentes momentos, (mencionan desde 2 semanas de gestación hasta los 6 años, como el periodo de mayor desarrollo del SNC) además de que los diferentes tipos de células que tiene el cerebro tienen vulnerabilidad y sensibilidad heterogénea a agentes ambientales. Si se expone al SNC en pleno proceso de formación y maduración a tóxicos exógenos (como metales pesados, solventes, pesticidas.), este se interrumpe dañándolo. Por medio de la plasticidad cerebral se pueden compensar algunas funciones después del daño neurológico a lo largo de la infancia, sin embargo, esta compensación decrece después de la adolescencia. (Schettler, 2001; Pratt y Greydanus, 2007)

Hussain, et al. (2007) y Geller, et al. (2007) mencionan que los niños tienen un patrón único de exposición ambiental y desarrollan determinada susceptibilidad incrementando el riesgo de enfermar cuando siguen en contacto con agentes ambientales. Entre los factores mencionan: incrementan su peso corporal con respecto al adulto, la probabilidad de que este en contacto con tóxicos ambientales porque ellos son muy cercanos al suelo y la tierra donde más se depositan, rápido ritmo de respiración, inmadurez en sistemas metabólicos y su tendencia a llevar hacia dentro de su boca cualquier cosa que tengan en las manos. Los niños también tienen más exposición en vida que los adultos, porque viven más tiempo desarrollándose con los daños relacionados a los tóxicos sufridos en gestación, infancia y niñez.

Anderson y Bogdan (2007) refieren que las condiciones de la casa son determinantes en la salud de los niños, resaltan se debe tener limpio, reparar posibles fuentes de contaminación, quitar alfombras, evitar que el niño duerma en el suelo. Así mismo se deben tener medidas en la escuela como una buena ventilación, el ambiente dentro de la escuela influye en el desempeño escolar, es decirse debe mantener un control de la calidad del ambiente dentro de los lugares donde los niños pasan más tiempo (casa y escuelas).

Se debe considerar las diferentes actividades que el niño realiza dentro de sus ambientes, pues en los últimos años, los niños entre 8 – 10 años pasan alrededor de 6 horas dentro de casa con video juegos, viendo t.v., etc. y el resto del tiempo lo pasa en la escuela. La Asociación Americana del Centro de Control de Tóxicos, reporta que niños menores de 13 años que alcanzan el 58 % de casos de exposición que ocurren en casa. (Anderson y Bogdan, 2007)

En este contexto se espera un incremento en las dificultades de los niños incrementándose los problemas de lectura, desorden por déficit de atención con hiperactividad, retraso en el desarrollo y problemas emocionales y conductuales. Tras varios estudios en desordenes de neurodesarrollo en niños, se concluye que es el efecto de unos tóxicos ambientales, como metales pesados, solventes, plaguicidas entre otros.

El desarrollo de cualquier patología cerebral incrementa el riesgo de abuso de sustancias, delincuencia, conducta criminal y suicidio. Y además las familias, cuando hay problemas de aprendizaje, de desarrollo o conductuales experimentan un estrés adicional, el costo generado por estos niños, puede ser alto para las familias y la sociedad, dado que se necesitan programas de educación especial y servicios médicos y psicológicos, lo cual drena los recursos, e incluso pueden ser servicios inalcanzables para numerosos niños, familias y comunidades. (Schettler, 2001)

El hecho de que no se visualicen daños estructurales, no significa que estos no existan o bien que no se estén generando a nivel biológico, puede ser que estén por debajo del umbral de detecciones de las técnicas limitadas de las que se dispone. Kandel, et al (2001)

Ante esa situación se torna necesario hacer más investigaciones, con valoraciones finas del desarrollo cerebral en niños expuestos, tanto de tipo neurológicas, electrofisiológicas, conductuales, y cualquier otra que aporte a la comprensión de estos procesos.

## 2- PLAGUICIDAS (neurotóxicos)

En la historia de la humanidad los plaguicidas ha existido desde hace siglos, sin embargo estos eran de tipo natural, actualmente Casarett y Doull's (2001) los define como agentes físicos, químicos o biológicos para matar o terminar plagas de plantas o animales, se constituyen de una sustancia o varias sustancias que tiene el fin de prevenir, destruir, repeler o mitigar las plagas.

Dadas las propiedades mismas que este tipo de agentes constituyen con el fin de exterminar y matar, se ha visto que muchas de ellas son neurotóxicos Sullivan y Krieger (2001) mencionan que estas últimas son sustancias liposolubles que pueden atravesar la barrera hemato-encefálica, una vez que han entrado al sistema nervioso las secuelas dañinas pueden afectar el cuerpo celular, dendritas, axon, mielina, células glía, en términos clínicos esto puede manifestarse en síndromes neuroconductuales, convulsiones, desorden de movimientos, ataxia cerebelar, desorden de nervios craneales y neuropatías encefálicas motoras, sensitivas o mixtas.

### 2.1. Los plaguicidas sintéticos. Historia del neurotóxico

En la historia hay muchas descripciones de plantas utilizadas con el fin de controlar plagas de plantas y animales, se tienen registros desde 1000 años a. c. de métodos utilizados en China, para 1900 se realizaron reportes de una intoxicación masiva por uso de arsénico como pesticida, quedo como anecdotario, dada la baja toxicidad y daño mínimo para los humanos expuestos, es en 1930 que se usan los primeros plaguicidas sintéticos químicamente, incluyendo el desarrollo de varios agentes como insecticidas tiocianato, fungicidas ditiocarbamatos, dibromuro etileno, metil bromuro y oxido etileno.

Con la llegada de la segunda guerra mundial fueron numerosos los plaguicidas que se tuvieron bajo experimento y algunos de ellos fueron utilizados durante esta guerra. En la posguerra se dio un gran desarrollo agroquímico que incluía insecticidas, funguicidas, herbicidas y otras categorías que fueron incluidas.

El desarrollo de esta industria química los llevo a desarrollar una diversidad de mecanismos y estructuras dirigidas a actuar sobre especies determinadas para reducir toxicidad a otras formas de vida, sin embargo este desarrollo continuo y hoy en día se tiene la tercera generación de estos tóxicos químicos, todos tienen un grado de toxicidad para el organismo vivo, el principio de la selectividad del organismo no funciona, dada la similitud de sistemas fisiológicos y bioquímicos estos agentes han afectado frecuentemente a especies para las que no estaban diseñados.

Hoy día hay programas en Estados Unidos (E. U.) de protección para el humano por los residuos que se sabe existen en algunos alimentos que son tratados con estas sustancias en su proceso de cultivo, almacenaje o transportación. Sin embargo esta situación no es la misma en todos los países del mundo. Además se debe contemplar que en los últimos años la cantidad de tóxicos en el mundo se ha incrementado dramáticamente, pues paso de 65 mil en los 70<sup>s</sup> a 500 mil en la actualidad, de esta cantidad se tienen datos y estudios de alrededor de 1 500, es decir el 1.5 % del total.

El caso más descriptivo del uso indiscriminado de estos tóxicos es el del Dicloro-difenil-tricloro-etano (DDT) fue inventado por el alemán en 1874, y fue Paul Müller (químico Suizo), quien descubre sus propiedades como insecticida hasta 1939, a partir de entonces es usado como agente que combate las enfermedades que transmiten los insectos y acaban con los cultivos, lo cual en 1948 le valió el premio Nóbel de Medicina y Fisiología por las contribuciones del DDT a la Salud Pública.

En 1941 la empresa Geigy comenzó a comercializarlo como plaguicida agrícola y contra piojos en Suiza, para 1942 la sucursal de la empresa Geigy en E. U. envió muestras de DDT a la Oficina de Entomología del Departamento de agricultura de E. U. Que realizaba investigaciones para el servicio de Guerra Química del Ejército quienes al comprobar su eficacia lo considero un material estratégico y ordenó su producción intensiva al siguiente año. El DDT se utilizo por primera vez en 1943, en Nápoles Italia para combatir una epidemia de tifo tratando exitosamente a más de 3 millones de civiles y militares (antes se había experimentado con prisioneros en Argelia).

Al terminar la segunda guerra mundial se inicio la producción masiva y las autoridades militares y civiles autorizaron el uso civil de este químico dado que las exposiciones agudas no causaba ningún efecto tóxico, sin embargo no contemplaron los efectos a largo plazo, a pesar de que ya tenían reportes de este tipo de exposición en humanos, en pruebas de laboratorio con ratas y en la vida silvestre. Dicha información se clasifico como confidencial, y se habré a debate público hasta 1962 tras la publicación de La primavera silenciosa. Es Rachel Carson, quien por primera vez habla sobre los riesgos del uso de los plaguicidas, donde lo alarmante era y sigue siendo la toxicidad y su capacidad para persistir en los organismos por medio de la acumulación en los tejidos grasos.

Hoy sabemos que el DDT es liposoluble, así entra al organismo, es muy lento su efecto, las cantidades permitidas se miden en micrones (millonésima parte de un gramo), 5 micrones bastan para la necrosis de células hepáticas. (Bejarano, 2002).

Siempre han estipulado que los pesticidas son sustancias con el fin de controlar, destruir o prevenir plagas, no refieren que se trata de tóxicos con efectos en la salud del hombre en mayor o menor grado, así en 1975 los pesticidas se consideraban “Cualquier sustancia orgánica o inorgánica utilizada para destruir o controlar la acción de las plagas de plantas o animales...” (Diccionario de química y productos químicos, 1975)

Barbero menciona en su libro Pesticidas agrícolas en 1989 la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) definían al pesticida como “cualquier sustancia o mezcla de ellas estudiada para prevenir o controlar cualquier especie de plantas o animales indeseables, incluyendo también cualquier otra sustancia o mezcla destinada a utilizarse como regulador de crecimiento de las plantas, defoliantes o desecantes. Incluye sustancias usadas para controlar plagas durante la producción, almacenaje, transporte, comercialización o proceso de alimentos para el hombre y animales, también cualquier sustancia que pueda administrarse a los animales para controlar insectos o arácnidos en su cuerpo, es decir los pesticidas están en contacto o aun presentes en casi cualquier alimento que el hombre

consume y no obstante ser la definición de organismos internacionales no refieren el riesgo latente en la salud humana.

Actualmente las definiciones son más concretas, pero continúan dejando de lado el factor de riesgo. Sullivan y Kreiger (2001) hace énfasis en que los pesticidas son químicos, delimita los objetivos para destruir plagas y controlar plantas desecándolas. Casarett y Doull's (2001) asegura que todos los insecticidas químicos usados hoy en día son neurotóxicos y tienen un efecto venenoso en el sistema nervioso central (SNC) de las organismos objetivo, los cuales tienen semejanza con el SNC de los mamíferos.

En México la Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente LGEEPA<sup>3</sup> hace referencia a lo plaguicidas como materiales peligrosos, que según dicha ley son los elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, hace mención clara y precisa de su manejo en relación a la protección del agua y del suelo, maneja la definición de plaguicida dentro del grupo de sustancias de constante riesgo y establece lineamiento para su manejo ambiental.

## 2.2 Incidencia

En USA los problemas en el desarrollo de habilidades, (problemas de aprendizaje, conductuales o desordenes emocionales), existen en 1 de cada 6 niños según datos proporcionados por los padres. Sin embargo entre los niños expuestos a contaminantes ambientales se observan altas proporciones de retraso mental, daño intelectual, y problemas conductuales así como desordenes conductuales y trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

Los pesticidas están entre las causas tóxicas de problemas neuroconductuales que se presentan después de asperjar bajas dosis de químico, por ello es esencial proteger niños y mujeres embarazadas. No obstante los datos que tienen no se

---

<sup>3</sup> Ley Federal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Última reforma publicada en DOF 12-02-2007.



llevan a cabo las medidas necesarias para protegerlos del uso y la fabricación de los plaguicidas e incluso para su uso en alimentos.

De León en Mendoza (2008) menciona que la investigación del impacto en la salud por exposición a mezcla de tóxicos puede medirse en base a morbilidad y mortalidad o bien se buscan indicadores de daño en la función de un órgano blanco conocido, esto dado que generalmente se carecen de datos sobre las características de los compuestos tóxicos, se tienen disponible manifestaciones que pueden llevar a un diagnóstico médico equivocado.

Uno de los principales problemas para investigar el efecto de exposiciones a neurotóxicos es el largo periodo entre la exposición y el reconocer el déficit funcional, tanto a nivel físico como psicológico, ya que por ejemplo el daño en el lenguaje se ve hasta la edad escolar. Además los síntomas del daño en la función cerebral no es específica por la causa potencial, existen otros factores que la ocasionan como la genética y el medio ambiente. (Schettler et al., 2000)

Es necesario para un buen diagnóstico solicitar información a uno o más miembros de la familia y realizar una adecuada evaluación ambiental, es fundamental en la valoración de problemas del desarrollo y de habilidades, causados posiblemente por neurotóxicos ambientales, contar con una detallada y correcta revisión de la enfermedad presentada.

### 2.3 La exposición

Los plaguicidas están diseñados con mecanismos específicos de toxicidad en la especie objetivo, sin embargo Casarett y Doull's (2001) mencionan que esos lugares y mecanismos de acción objetivo pueden ser similares en todas las especies, solo varía el nivel de exposición y la duración, lo cual dicta la intensidad de los efectos biológicos. La evaluación de los efectos en la salud humana se ha desarrollado por la relación dosis–efecto, la cual ha sido documental y anecdóticamente registrada.

Estos registros han sido a raíz de incidentes documentados y por contaminación ambiental de plaguicidas en: depósitos o fuentes de agua potable, fuente de proteína diaria en grupo de población específicos, bancos de pescado comercializados o bien de pesca deportiva y por el transporte aéreo de largas

distancias de los plaguicidas, de depósitos profundos o bien por que sufren de un proceso de revolatización, en cada caso se ha observado que la forma de la curva de la dosis-efecto depende de conocer detalladamente la exposición recibida y aun así, la variabilidad en cada grupo puede ser considerable. (Casarett y Doull's, 2001)

#### 2.4 Vías de exposición

Hoffman, Buka y Phillips, (2007) refieren que las exposiciones a tóxicos pueden darse por diferentes vías o rutas:

- Inhalación (respiración),
- Ingestión o contacto de piel ingresan por la vía cutánea, dérmico. Por ejemplo en los organofosforados (OF) la ruta común de penetración y la más frecuente en intoxicaciones dado que es liposoluble y porque las frecuentes erupciones o lesiones cutáneas que suelen presentar los individuos expuestos facilitan su penetración por esa vía, la cual puede variar según la cantidad, frecuencia, y duración de la exposición.
- Y por vía oral, como es el caso de la ingestión de alimentos contaminados principalmente,

Dicha dosis debe ser cuantificada en cuanto frecuencia y duración de exposición.

#### 2.5 Características de la exposición

Para la evaluación de las exposiciones se deben considerar diferentes características del tóxico al que se expone, el fin es visualizar la magnitud del daño, dichas características se resumen en la tabla 11.

#### 2.6 Clasificación de la exposición

A partir de la temporalidad de la exposición se han clasificado diferentes tipos de exposición, considerando solamente dos de sus características, dado que el resto dependen del momento y circunstancia misma del o los eventos expositores.

**Tabla 11.** Características de exposición.

Fuente u origen	Puede identificarse por la exposición específica, distancia, de la fuente, la temperatura, la dirección y frecuencia de liberación.
Tipo de exposición	Nombre, ingredientes (componentes de la exposición)
Cantidad de exposición.	Duración, intermitencia, prolongación.
Estado físico	Gas, líquido, sólido, polvo o vapor.
Características químicas	Reactividad, base o ácido, explosivo, asfixiante y peligrosidad.
Ruta de entrada	Inhalación, ingestión, y ruta dérmica.
Duración de exposición	La dosis puede estar afectando por lo largo del tiempo de la exposición.
Frecuencia de exposición	Las exposiciones pueden ocurrir largo tiempo al día, ocasionalmente o raramente.
Fecha de exposición	Es importante para el resultado de la evaluación y la evaluación misma.
Exposiciones simultaneas	Exposiciones adicionales de una primera exposición puede afectar la absorción, evaluación, o las conclusiones clínicas y estas otras exposiciones también pueden ser peligrosas para la salud.

Tomada de Hoffman, Buka y Phillips. (2007)

Se considera 1) la duración y 2) la frecuencia de la exposición, las cuales permean los efectos de dichas exposiciones, se tiene básicamente dos tipos, las cuales se pueden combinar y dar subtipos de exposición.

- Agudas, resultado de exposiciones de corto plazo (menos de 3 meses) y a dosis muy altas del tóxico, generalmente se presentan en un solo evento y
- Crónicas, son exposiciones por largos periodos (latentes periodos de más de 3 meses), continuos de una u otra modalidad: a) exposición de alto nivel, es decir, repetidas exposiciones de moderada intensidad, b) exposiciones anuales, de bajo nivel de estos químicos realizado por décadas, cuando existe exposición a dosis muy bajas no se llegan a manifestar en ese momento los efectos en síntomas o signos, sin embargo se presentan alteraciones fisiológicas que son difíciles de diagnosticar, como cambios en funciones orgánicas, mutagénesis, teratogénesis y carcinogénesis. Dentro de las exposiciones crónicas se consideran generalmente las de largo plazo. (Bell, Baldwin y Schottenfeld, 1999; Casarett y Doull's, 2001)

Se debe diferenciar efectos crónicos, los cuales se producen meses después de la exposición de los efectos de largo plazo que se manifiestan años después de la exposición.

## 2.7 Manifestación de reacción y efectos de plaguicidas

Existen diferentes manifestaciones de la intoxicación en el humano, han surgido diferentes tipos de secuelas derivadas de las diferencias de exposiciones en temporalidad, divididas así principalmente en efectos agudos y crónicos.

En las exposiciones agudas se sabe la causa del daño dado el breve intervalo entre la causa y el efecto, siendo estas manifestaciones claramente observables y asociadas con un químico o agente específico y va en relación con el rango de la dosis, esto no es posible hacerlo ante bajos niveles de exposición.

En las exposiciones crónicas los efectos crónicos se observan con intervalos tan largos que no se asocian con la exposición en si misma, y más aun siendo muy distintos los efectos agudos de los crónicos, lo cual puede hacer pasar desapercibido el efecto a largo plazo, haciendo muy difícil la asociación de causa-efecto y por lo general estos efectos son irreversibles. (Casarett y Doull's, 2001; Solomon, Ogunseitan y Kirsch, 2000)

Sin embargo dentro de los cuadros de intoxicación pueden presentarse ambas exposiciones, y presentarse ambos efectos, pasando inadvertido una vez más los efectos crónicos de exposición aguda y centrando la atención en los efectos agudos por exposición aguda, siendo esta la exposición crónica agudizada. Donde las secuelas crónicas de la exposición aguda son las alteraciones permanentes que deja en un órgano la exposición a grandes dosis de un tóxico (exposición aguda), las cuales padecerá el resto de su vida la persona afectada, sin embargo no son efectos a largo plazo. (De León, 2008)

Costa, Aschner, Vitalone, Syversen y Porat (2004) se refieren al "periodo silencioso" como el tiempo durante el cual el individuo puede no manifestar evidencias de toxicidad, así mismo el "silencio tóxico" es la persistencia del daño morfológico o bioquímica con residuo químicamente desapercibido y poco marcado por experimentar un proceso natural, es comparado con el proceso de carcinogénesis, dado que hay exposición química y daño celular por años e

incluso décadas y después el daño se manifiesta. Proponen el término de “daño silencioso” para referirse al mecanismo desapercibido de la toxicidad en el periodo del desarrollo.

El periodo de latencia es el intervalo que existe entre la exposición y las evidencias clínicas del proceso de afección, los largos periodos de latencia pueden dar tiempo para que las evaluaciones resulten dentro de lo normal antes de que aparezca el efecto clínico. El daño puede estar hecho y el químico haber sido excretado o bien acumulado. En el caso del neurodesarrollo, la toxicidad puede haber ocurrido mucho tiempo antes de ser identificado el problema y las dimensiones del químico estar dentro de lo normal, dado el tiempo de latencia razón por la cual las interpretaciones pueden ser muy limitadas (Hoffman et al., 2007)

Las personas son expuestas a muchos y diferentes tipos de pesticidas, o bien a la combinación de varios de estos o incluso simultanea o serialmente, estas exposiciones son pobremente correlacionadas, dado que estos se han analizado de manera individual o por grupo químico y es muy difícil identificar los efectos de éstos tóxicos, Kamel y Hoppin (2004) consideran más importante la exposición intensa, ya que sobresale del promedio por su fuerza que la exposición acumulada.

Esto tal vez sea porque el daño a largo plazo es muy difícil de comprobar como efecto a determinada exposición, dado que en la realidad este tipo de exposiciones se dan siempre en forma diferente (compuestos químicos, grupos sociales, tiempo de exposición, etc.,) lo que hace muy difícil su abordaje para investigación, se requieren estudios de largo plazo e implica muchos costos y variables. (De León, 2008)

## 2.8 Clasificación de los plaguicidas

Existen diferentes formas de clasificar a los plaguicidas, de acuerdo a su categoría o especie de ser vivo a intoxicar: insecticidas (artrópodos), acaricidas (ácaros), fungicidas (hongos), herbicidas (hierba), algicidas (algas), piscicidas (peces), avicidas (aves), raticidas (ratas), moluscocidas (moluscos) y nematocidas (gusanos).

Otra forma de clasificación es de acuerdo a sus características químicas, es decir, en grupos de compuestos relacionados químicamente donde se encuentran organoclorados (OC), organofosforados (OF), carbamatos, piretroides, bipiridilos, triazinas y otros, (Simental, 1985, 1989) donde se caracterizan por el compuesto químico, la biotransformación, degradación, efectos ambientales y otras; dentro de cada grupo químico existen subgrupos que se difieren en algún aspecto de su estructura química generando tóxico cinéticas y tóxico dinámicas particulares.

De manera que dentro de cada categoría o ser vivo objetivo, puede haber varios grupos químicos, en esta investigación se revisaran los grupos de las sustancias químicas que se conoce trabajó la empresa *Artivi S. A. de C. V.*, en Juchitepec estado de México, siendo estos a los que se expuso la población. (De León, 2004) Se hará hincapié en relación a las sustancias producidas, dando una breve descripción de sus características químicas, la principal vía de absorción en el humano y algunos efectos físicos. Más adelante se abordara con más profundidad el efecto neurotóxico en el humano. Para revisar las características de los plaguicidas es necesario contemplar algunos conceptos básicos:

- Persistencia (el periodo de vida del tóxico, su indestructividad y estabilidad)
- Capacidad de bioacumulación (cuando entra el tóxico al cuerpo humano, este lo puede absorber, si su eliminación es más lenta que la tasa de exposición y la tasa de absorción, entonces se da la biocumulación) está depende mucho de la vida media del tóxico y de la temporalidad de la exposición, por esté proceso el tóxico pasa de un eslabón a otro dentro de la cadena alimenticia acumulándose e incrementando su concentración en las especies del nivel más alto.
- Solubilidad en agua, (soluble en agua)
- Liposoluble (soluble en grasa y no en agua) y
- Volatilidad (dispersión en aire y atmósfera).

Tipos de plaguicidas según sus características químicas, inmediatamente abajo de cada categoría química se muestran los químico manejados por *Artivi S. A.*, en Juchitepec.

### 2.8.1 Organoclorados (OC)

*Pentaclorofenol, Pentacloro-nitrobenceno y Lindano*

Poco solubles en agua, poco volátiles, gran estabilidad química (estables a la luz solar, a la humedad, al aire y al calor), lo que los hace bastante persistentes en el medio ambiente. Son altamente liposolubles y debido a su estabilidad química es que son una gran amenaza para la salud humana y de los animales domésticos por su persistencia en el ambiente, su bioconcentración y biomagnificación en la cadena alimenticia. Su toxicidad específica es dirigida al sistema nervioso que lo deprime o bien lo estimula dependiendo del compuesto y la dosis.

Las vías de absorción al organismo son a través de los sistemas digestivo respiratorio, o por la piel intacta. Cuando estas sustancias se encuentran disueltas en grasas animales o vegetales aumenta aún más su absorción, condicionando intoxicación crónica por liberación de los depósitos. Se pueden encontrar en agua, aire, suelo y organismos acuáticos.

Su efecto es directo en fertilidad y reproducción, a largo plazo generan carcinogenesis.

Pentaclorofenol – es un OC, compuesto por fenoles y clorados, generalmente en su composición tiene fenoles policlorados y policlorado dibenzoinas.

Los efectos de toxicidad aguda dependen de la vía de absorción y la dosis. Dañan riñón, hígado, cornea, sistema pulmonar y SNC.

### 2.8.2 Organofosforados. (OF)

*Paration, metamidofos, fosforoditioato y clormetil fosfónico*

Los organofosforados son liposolubles, poco volátiles, químicamente estable en la luz solar y en el agua, persistentes, más tóxicos que los organoclorados.

Su principal vía de absorción son respiratoria y la digestiva

Su principio activo va enfocado a la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, lo que da un efecto directo en SNC y sistema nervioso periférico (SNP), siendo este proceso irreversible.

La tolerancia en humanos por la exposición rutinaria a organofosforados puede enmascarar la patología, es decir mantiene los niveles bajos de colinesterasa y no presenta síntomas lo suficientemente fuertes para acudir y recibir atención médica.

Por ello representan un mayor riesgo a la salud en la exposición crónica. A largo plazo sus efectos son secuelas neurológicas crónicas y toxicidad neuroconductual. Aunque aun no se sabe como funciona la neuropatía específica de la esterasa. Tanto niños como adultos pueden desarrollar toxicidad, sobretodo si la vía de exposición es dérmica, pues actúa mucho más rápido.

### 2.8.3 Fosfonato

#### *Glyphosate*

Es un subtipo de OF que no producen inhibición de acetilcolinesterasa.

Acido amino fosfometil (Fosfonato) Su intoxicación se caracteriza por síntomas gastrointestinales. Y dependiendo del volumen y la concentración se puede desencadenar envenenamiento en humanos asintomático, ligero, moderado o severo. Entre sus síntomas esta irritación de la piel, que desencadena dermatitis de contacto.

### 2.8.4 Carbamatos

#### *Carbofuran*

Los efectos del envenenamiento por organofosforados y carbamatos es idéntica y pueden ser igual de severos los daños. A diferencia del envenenamiento por OF, el efecto del envenenamiento por carbamatos en la inestabilidad de la acetilcolinesterasa es reversible. (Solomon et al., 2000; Eicher y Avery;2005)

El diagnóstico del envenenamiento agudo de OF o de carbamatos en la práctica es difícil, dado que se puede fácilmente ser mal diagnosticado como gastroenteritis, influenza, bronquitis u otro padecimiento en un amplio rango de posibilidades, de hecho el 80 % de los casos admitidos en hospitales llegan con un mal diagnóstico. Parte fundamental para lograr un buen diagnóstico de envenenamiento agudo por pesticidas es llevando un buen registro del historial ocupacional y ambiental del paciente y los padres (en el caso de los niños) cuando presentan este tipo de cuadros y síntomas. (Solomon et al, 2000)



### 2.8.5 Ditiocarbamatos

#### *Mancozeb y Zinep*

La toxicidad de estos compuestos se incrementa si se combina la ingestión con etanol, dentro de este grupo varían mucho las características de cada compuesto, sin embargo solo algunos de estos son poco solubles en agua entre sus efectos está la inhibición tiroidea. Su absorción es baja, produce efectos de polineuropatías periféricas, en animales hay anomalías fetales de ojos, orejas, SNC y sistema músculo esquelético.

### 2.8.6 Piretroides

#### *Bifentrina*

Son insecticidas sintéticos, bastante inestables en la exposición a la luz y al calor, lo cual les resta utilidad para su aplicación en la agricultura, son altamente liposolubles y persistentes, aparentemente más selectivo en las especies objetivo y baja toxicidad en mamíferos. Su función consiste en alentar la apertura y cierre de los canales de sodio, haciendo estas aperturas lentas en tanto se acumula el sodio. Se usa como un pesticida de Spray doméstico.

Se absorbe relativamente bien por los tractos gastrointestinales y respiratorios. Su absorción a través de la piel intacta es relativamente baja. Se almacena en piel, riñón, ovarios, hígado, sangre, músculos y cerebro.

No se pueden considerar de baja toxicidad en el humano, pues en interiores, lugares cerrados y poco ventilados se han visto síntomas de toxicidad en humanos. Existen dos estructuras y por tanto dos mecanismos de acción, los compuestos de estructura tipo II que han mostrado en sus efectos gran potencia en daño intracerebral, su respuesta neurotóxicológica depende de la combinación de proporciones físico-químicas, tales como el piretroide en particular, dosis aplicada, tiempo intervalar después de la exposición, propiedades fisiológicas y del particular modo de uso.

### 2.8.7 Acido fenoxiacético (Compuestos cloro fenoles)

#### *2, 4 Diclorofenoxiacetico (2,4 D)*

Son herbicidas, el concreto el 2, 4 Diclorofenoxiacetico, es uno de los dos compuestos del agente naranja (arma química) utilizado en la guerra de Vietnam.

Su mejor ruta de exposición es dérmica, una vez absorbido se distribuye por todo el cuerpo, principalmente se depositan en riñón, hígado, tracto gastrointestinal, SNC y SNP.

Entre sus principales cuadros de intoxicación aguda, aparecen como gastroenteritis, son considerados muy tóxicos para el humano, por sus efectos carcinógenos, teratogénicos y mutagénicos.

### 2.8.8. Bupiridilo

#### *Paraquat*

Actúa químicamente como corrosivo de metales y de tejidos, su exposición es dérmica, inalada y oral.

El Paraquat es afín o emparentado químicamente con la heroína por los efectos neurotóxicos, ambos producen a largo plazo Parkinson. Genera radicales libres a través de la barrera hemato encefálica y se ha mostrado en estudios la muerte de neuronas dopaminérgicas. Sus efectos dependen de la vía de exposición y de la dosis. A largo plazo produce fibrosis pulmonar irreversible, colapso cardiovascular.

### 2.8.9 Triazinas

#### *Atrazina*

Aunque no hay evidencia de toxicidad, si hay efectos de ligera irritación y en envenenamiento agudo hay espasmos musculares entre otros y se asocia con el cáncer.

### 2.9 Compuestos derivados y adyacentes químicos.

Dentro del proceso de producción se utilizan otros compuestos químicos, en menor medida, se liberan al ambiente, quedan libres en diferentes formas para ser absorbidos por el organismo, generan efectos de tipo crónico principalmente, dada su poca concentración en relación con el principio activo del producto químico. Del

proceso de producción se derivan compuestos complejos, se da la combinación de diversas sustancias utilizadas en el mismo, donde interviene el proceso de combustión, entre estos derivados se encuentran las dioxinas.

#### 2.9.1 Dioxinas (dibenzoparadioxinas)

Son compuestos derivados del proceso de producción de muchos químicos orgánicos, entre ellos los OC, fenoxiacéticos, bifenilos policlorados y compuestos que contengan cloro en su estructura y que implique un proceso térmico de producción, constituyen las sustancias más tóxicas conocidas por la ciencia, se miden en partículas por billón en el cuerpo humano, son altamente cancerígenas. (Bejarano, 2002)

#### 2.9.2 Solventes y vapores

Pueden generar encefalopatías crónicas, se tiene reportado síntomas de largo plazo por este tipo de exposiciones como déficit cognitivo incluyendo atención, memoria, funciones ejecutivas y viso espaciales, las cuales se presentan en un 60 % de los expuestos. (Eicher y Avery, 2005)

#### 2.9.3 Disulfuro carbono

Su exposición es generalmente inhalada o por contacto con la piel, causa encefalopatías con síntomas de sutiles cambios conductuales y aletargantes, confusión, manía, marcadas variaciones de animo y explosiones conductuales, así como disturbios psiquiátricos. Las exposiciones crónicas de baja intensidad reportan que causan cambios menos de ánimo y cognitivos.

El daño encefálico crónico puede ser inadvertido y solo revelado por pruebas neuropsiquiátras. O bien acentuado con síntomas parecidos a la intoxicación aguda. Otros efectos pueden ser neuropatía periférica, parkinson y retinopatía. (Eicher y Avery, 2005)

#### 2.9.4 Contaminantes Orgánico Persistentes

Lindano y Pentaclorofenol

Los llamados contaminantes orgánico persistentes (COP<sup>s</sup>) son sustancias tóxicas que se han agrupado dadas sus capacidades para provocar efectos a largo plazo, entre ellos daño hepático, tiroides, riñón, sangre y al sistema inmune, endocrino, reproductivo y nervioso, además tienen efecto transgeneracional, mutagénico y cancerígeno se caracterizan por ser tóxicos muy potentes dado que son liposolubles, bioacumulables, persistentes y pueden transportarse largas distancias dada su estabilidad química, lo que los hace un contaminante global.

Algunos compuestos se adhieren fuertemente a partículas del suelo y otros al fondo de los océanos, de modo que al bioacumularse ingresan a la cadena alimentaría dando inicio a la exposición a las especies de seres vivos. En la atmósfera son capaces de viajar miles de kilómetros, contaminando los ambientes por los cuales pasa y depositándose como nube tóxica en el ártico y antártico llegando a contaminar esos ambientes.

La exposición de los humanos puede ser oral (ingerir alimentos contaminados) inhalado (respirándolos del ambiente en bajas dosis) y a través de la piel (por el contacto con el suelo contaminado) y además se concentran en la leche materna, lo que representan un vía directa de exposición a recién nacidos.

Entre ellos están plaguicidas OC, (DDT, aldrín, endrín, dieldrín, toxafeno, clordano, heptacoloro, mirex, hexaclorociclohexano, y por incluirse se encuentran el lindano y el pentaclorofenol) y las dioxinas y furanos (que son grupos de 75 y 135 compuestos, contaminantes obligados en el proceso industrial, resultado de combustiones incompletas o de reacciones químicas, donde hay compuestos de cloro y materia orgánica, entre ellos se encuentra la incineración de plásticos, papel, plaguicidas, y otros muchos compuestos y materiales de uso cotidiano. La agencia de protección al ambiente de E. U. (EPA) las enlista entre las 10 sustancias más tóxicas para el ser humano.

#### 2.10 Mezclas complejas

La exposición a un solo tóxico en la práctica de los investigadores experimentados se ha visto muy escasamente, pues en la realidad las exposiciones son a dosis

muy bajas de compuestos de varios tóxicos y esta es en forma crónica. La constante en estos casos es la ausencia de datos. Entre las principales dificultades que se presentan estas exposiciones son que la mayoría de los tóxicos no se pueden medir y esto bloquea el hacer estudios experimentales. (De León, 2008)

Solomon et al., (2000) mencionan que los pesticidas producen un incremento en las anomalías neurológicas en trabajadores expuestos comparados con un grupo control, entre las anomalías encontradas están hiper-reflexia, desequilibrio, reduce vibración sensitiva y daña la conducción nerviosa, otros estudios indican daño en la conducción de nervios periféricos en trabajadores que no presentan alto nivel de exposición.

Sin embargo ambos coinciden que la incidencia de afecciones encontradas en estas exposiciones complejas son mayores que en grupos control o exposiciones a un solo tóxico. Lo que le adhiere complejidad al abordamiento del estudio de las poblaciones expuestas.

## 2.11 Poblaciones vulnerables

Las poblaciones consideradas vulnerables a exposiciones agudas son: suicidas o ingestión por accidente, trabajadores en el proceso de producción, asperjadores y público en general al consumir alimentos con residuos de plaguicidas. (Casarett y Doull's, 2001) Por otro lado las poblaciones vulnerables a las exposiciones crónicas cada día se incrementan, dado que estos contaminantes pueden ser asperjados incluso en lugares de trabajo, escuelas e incluso en guarderías (De León, 2008) y ser expuestos sin saberlo, de forma crónica a múltiples compuestos un sin fin de grupos poblacionales.

Sin duda de manera universal los más expuestos y vulnerables son los niños, solo que en este caso su labilidad comienza incluso desde las exposiciones antes de su gestación, dado que si hay exposición a químicos que atraviesan barrera placentaria, que son persistentes y liposolubles, estos agentes se almacenan en el tejido adiposo de la madre exponiendo a futuro al niño en dosis acumulada, existe una gran variedad de posibilidades de exposición ante este tipo de químicos.

Kamel y Hoppin (2004) mencionan que el análisis de los efectos del plaguicida en el ser humano se han centrado principalmente en trabajadores del campo o alguna actividad que haga uso de los plaguicidas, así como en las familias de estos, sin embargo se ha visto la necesidad de realizarlos en personas que se exponen en su ambiente laboral, escolar o incluso en el hogar donde se asperjan para el control de plagas, las cuales en ocasiones son inexistentes, así cada día se ve un mayor uso de estos productos en zonas urbanas que en agrícolas. Sin embargo hay circunstancias que pueden incrementar dicha exposición tales como vivir cerca de la fábrica o bien estar cerca de donde se almacena.

La EPA regula los plaguicidas y emite una tabla donde muestra la clasificación a partir de niveles de riesgo para el ambiente y la población, en base a estudio científicos. La emite a partir de la dosis letal media ( $LD_{50}$ ), la cual es la cantidad del tóxico necesaria para que muera el 50 % de la muestra experimental. Para identificar dicha categoría se les marca con el color correspondiente. (ver tabla 12) Tras décadas de estudios se han demostrados los mecanismos biológicos que vulneran e incrementan la susceptibilidad de algunos grupos poblacionales ante la exposición a tóxicos, que generalmente son liposolubles y bioacumulables. Estos grupos vulnerables se distinguen por sectores de la población, entre los más susceptibles de exposición son los niños trabajadores del campo y los niños de zonas pobres urbanas pueden estar en particular riesgo, donde los niños que viven en comunidades agrícolas muestran una exposición de mayor concentración de plaguicidas.

Tabla 12. EPA Clasificación de toxicidad de plaguicidas

Categoría	Oral $LD_{50}$ (MG/KG)	Dermal $LD_{50}$ (MG/KG)	Inhalado $LD_{50}$ (MG/KG)	Señal
I Peligro, veneno	0-50	0-200	0-0.05	Roja
II Advertencia	50-500	200-2000	0.05-0.5	Azul
III Cuidado	500-5000	2000-20 000	0.5-5.0	Amarilla
IV Ninguno	>5000	>20 000	>5.0	Verde

En Goldfrank, Flomenbaum, Lewin, Howland, Hoffman y Nelson (2002)

Sin embargo también hay correlación entre el estatus socioeconómico y el incremento de la vulnerabilidad a exposición, esto por la dieta, áreas de juego,

ambiente escolar, del hogar y lugar de residencia, factores del desarrollo y conductuales, ya que esto puede incrementar la temporalidad y contacto directo con el tóxico, así como la vulnerabilidad propia del sujeto, por ejemplo la toxicidad que experimenta un niño no es igual comparado con la de un adulto.

De esta forma la exposición a múltiples compuestos potencialmente peligrosos puede iniciar prenatalmente y continuar durante la niñez extendiéndose a la adulta. Cada etapa de desarrollo se caracteriza por factores que vulneran al menor ante la exposición de los tóxicos.

#### 2.11.1 Exposición in útero

Los fetos se exponen a los químicos a través de la placenta pues los químicos la traspasan, se ha demostrado que hay vulnerabilidad durante el primer trimestre del embarazo, por el rápido crecimiento y desarrollo que ocurre en el organismo, es susceptible a los neurotóxicos. Y desde esta etapa la exposición se torna constante.

#### 2.11.2 Exposiciones al recién nacido

Desde que nace el producto puede estar en peligro ambiental, desde la ingestión directa por la leche materna que puede estar contaminada por químicos, además existe la absorción de la piel, lo cual en el recién nacido se incrementa debido a la sensibilidad de este órgano.

#### 2.11.3 Exposición a infantes

Al fin del primer año, cuando se le dan alimentos sólidos a los bebés, se pueden exponer a plaguicidas por medio de los alimentos que se le dan, dado que pueden llevar residuos de estos en frutas, granos y vegetales. Los niños consumen más calorías por kilogramo y más mililitros de agua por kilo corporal que los adultos, por ello el ajuste del peso del contaminante es mayor en el niño. Además la exposición en el infante se incrementa dado los lugares donde juega, el hecho de que se lleva reiteradamente las manos y objetos a la boca, permanece más tiempo en lugares cerrados y su ritmo de respiración es mayor que en el adulto,

(exposición por inhalación). Además el proceso de maduración en el niño es aun incompleto y esto lo hace muy vulnerable a la exposición a tóxicos.

## 2.12 Efectos en la salud

Un problema para el estudio y generalización de los datos es la gran variedad de respuestas biológicas que pueden o no presentar los expuestos al mismo tóxico. (De León, 2008). Los efectos en la salud del ser humano presentan una gran variedad desde los síntomas a exposiciones agudas hasta los efectos por exposiciones crónicas que no se relacionan con el tóxico que los genera.

Un factor importante en la generación de efectos es la carga corporal, que es la cantidad de tóxico que recibió el organismo a lo largo del tiempo, independiente de la vida media, eliminación, estabilidad, etc. Ante la exposición a tóxicos de vidas medias cortas, en exposición crónica el humano, puede resultar que este tóxico este siempre presente y se obtienen resultados muy parecidos al de los tóxicos permanentes y o a la bioacumulación.

Es preciso aclarar que los efectos en salud no son iguales en niños que en adultos, dadas las diferencias de la etapa de desarrollo y los procesos de intoxicación, los efectos de intoxicación aguda pueden variar de acuerdo al tóxico al que se exponga, se pueden generalizar en salpullido, dolor de cabeza, mareos, convulsiones, vomito, coma y la muerte.

La exposición crónica y la de largo plazo a un tóxico o a la mezcla de ellos, representan variables que dan como resultado una gran diversidad de efectos, los cuales pueden ir desde los transgeneracionales (afectan a los nietos de la población expuesta), disrupción endócrina, neurotoxicidad (SNC y SNP), mutagénesis, teratogénicos y cáncer. (De León, 2008)

Las exposiciones tóxicas generan cambios en las concentraciones normales de sustancias químicas y hormonas en el cerebro, algunos de estos tóxicos ambientales pueden generar cambios permanentes y otros temporales, sin embargo todos estos cambios pueden generar un decremento en el desarrollo mental y alteraciones en el sistema reproductivo.

La neurotoxicidad aguda causa cambios químicos y fisiológicos en el sistema nervioso, pero no involucra cambios estructurales, en cambio la exposición crónica



esta asociada con cambios estructurales en el sistema nervioso (Filley y Kelly, 1999). Los efectos neurotóxicos de los pesticidas generan alteraciones y cambios en la neurotransmisión así como neuropatías (sensoriales y motoras) y alteraciones conductuales, se incluye los efectos en función viso espacial concentración, tiempo de reacción, lectura y memoria a corto plazo. (Solomon et al., 2000)

Entre los efectos en niños según los pediatras se encuentran:

Agudos: náuseas, dolor de cabeza, salpullido, convulsiones y la muerte

Crónicos: defectos de nacimiento, cáncer, asma, y efectos del neurodesarrollo y neuroconductuales.

Sin embargo los efectos neurológicos en el caso específico de los niños (desde su gestación) el proceso de intoxicación afecta el desarrollo de estructuras y puede bloquear más fácilmente otros procesos que también se dan en el adulto.

Solomon et al., (2000) menciona que los niños son particularmente vulnerables a la disrupción en su desarrollo neurológico, cuando están expuestos a bajos niveles durante el crecimiento cerebral pueden tener muestras de ligeros esfuerzos repentinos y sufren efectos permanentes en su estructura y funcionamiento cerebral, así como significantes retrasos en su coordinación visomotora (mano-ojo) fino y grueso y en su memoria a corto plazo.

Hussain, Woolf, Sandel y Shannon (2007) mencionan que la evidencia acumulada durante las dos últimas décadas, sobre la exposición de bajo nivel a tóxicos y contaminantes ambientales pueden estar asociados con efectos adversos, incluidos nacimientos prematuros, nacimientos con bajo peso, déficits de inteligencia mal desempeño escolar, e incremento del rango de problemas conductuales

Sin embargo Bell, Baldwin y Schottenfeld, (1999) mencionan que los síntomas y efectos a exposiciones de tóxicos del sistema nervioso central pueden ser psicológicos, emocionales o bien una combinación de estos, esto puede ser un factor que origine síntomas neuropsiquiátrico y por tanto puede ser considerado una inhabilidad de origen desconocido. Por lo cual se debe reconocer que efectos tóxicos de una exposición puede causar síntomas y síndromes psiquiátricos y conductuales.

### 2.13 Efectos neurotóxicos

Algunos plaguicidas como los organofosforados y los carbamatos están diseñados para dañar la función neurológica en los insectos, dado que son similares los sistemas nerviosos de los insectos y los humanos, estos efectos son también neurológicos para los humanos. Por ello es que algunos plaguicidas han estado mostrando efectos en el SNC y SNP en animales, así como en humanos por diferentes mecanismos, los efectos neurotóxicos son producidos por cambios en los neurotransmisores.

La función normal del SNC requiere de cierto número de células en la localización adecuada y cada célula tiene sus propias características, es responsable de algunas decisiones y acciones en el cuerpo, por sobre algunos otros sistemas en el organismo, la barrera hemato encefálica esta enfocada para proteger al SN (SNC y CNP) del medio ambiente y de ciertos tóxicos.

El adecuado funcionamiento del cerebro depende de la precisión y la compleja interacción entre neurotransmisores, hormonas, enzimas y electrolitos, hay muchos químicos que pueden desequilibrar este intrincado sistema.

Las características y el propio desarrollo del SN lo hacen susceptible a los tóxicos. Las células nerviosas y las neuronas tienen a lo largo de sus dendritas y axones áreas y superficie que absorción que atraen químicos. El cerebro y el tejido nervioso son particularmente vulnerables a tóxicos liposolubles dado que el 50 % de su composición es de lípidos, la mielina del axón por ejemplo se compone del 70 % lípidos y el 30 % proteínas, éstos una vez dañados tienen una limitada capacidad de regeneración, de ahí la importancia del énfasis en la prevención.

Esto aplica tanto a adultos como a niños, sin embargo en los niños es más delicado ya que es un factor que puede desembocar en desorden del neurodesarrollo, ya que el cerebro del niño es diferente al del adulto, fundamentalmente por el número de células que posee, por la complejidad y diversidad de las conexiones de dichas células y sobre todo por la madurez de su organismo.

Sin duda que el mayor riesgo ante cualquier exposición es en los menores, sin embargo no se puede dejar de lado el efecto en los adultos, dado que ante

condiciones de biocumulación, persistencia y efectos a largo plazo muchas de las personas expuestas cuando eran menores pueden llegar a manifestar efectos cuando sean maduros biológicamente.

La barrera hemato encefálica se comienza a formar desde in útero y se completa aproximadamente a los 6 meses de edad, periodo en el cual puede atravesarla fácilmente algún tóxico. Durante este tiempo se es muy vulnerable para los efectos que lo deterioren, la naturaleza y las consecuencias de está dependen de las características de la exposición.

El sistema hormonal es necesario para un funcionamiento normal y el desarrollo del cerebro, la hormona tiroidea es esencial para la proliferación y la diferenciación neuronal, donde juega un papel particularmente importante, por ejemplo la interferencia de la proliferación de la hormona tiroidea se puede ver reflejada en un impacto en el C. I. y potencialmente en otras funciones cerebrales, la interferencia con la tiroxina durante los periodos críticos de desarrollo se ve reflejada en alteraciones de la ramificación neuronal y la arquitectura celular en el cerebro.

Las vías de exposición a SN son las mismas que para el resto del organismo (oral, inhalado y dérmica), siendo esto suficiente para causar directamente encefalopatías o indirectamente comprometer el soporte del sistema cerebral.

#### 2.14 Demencias y daño neuromotor

Las investigaciones en USA, Quebec y Francia han incrementado la evidencia sobre la alta proporción del Parkinson, el Alzheimer y manifestaciones de pobre capacidad cognitiva, los cuales se han asociado con factores ambientales, donde se implican específicamente pesticidas, insecticidas y hervicidas como organoclorados, carbamatos (por ejemplo paraquat, glyphosate, diquat y maneb), ditiocarbamatos, organofosforados (como el dieldrín y el aldrin) y bupiridilos, donde se han visto procesos neurodegenerativos tras su exposición por el efecto neurotóxico y un serio daño al SNC; y el agua que se consume en el campo, en zonas agrícolas, así como un incremento entre ocupaciones que los exponen a plaguicidas

A largo plazo la inhibición de la acetilcolinesterasa (producido por los OF y carbamatos) produce efectos crónicos que pueden incluir neuropatías del SNA, sensoriales, motoras y autónomas. (Solomon et al., 2000; Caban-Holt, Mattingly, Cooper y Schmitt, 2005; Kamel y Hoppin, 2004)

No solo para estas enfermedades existen evidencias, hay evidencias limitadas sobre la influencia del 2,4-D, OC y OF en el desarrollo de esclerosis lateral amiotrófica. (Kamel, Hoppin; 2004)

### 2.15 Periodo critico de desarrollo

El proceso de desarrollo neurológico crítico en el SN del humano es durante el desarrollo de gestación y los tres primeros años de vida, periodo donde se da la proliferación celular, migración, diferenciación de funciones corticales, formación de sinapsis, mielinización y programación de apoptosis (programación de la muerte celular), procesos que continúan hasta la adolescencia.

El nacimiento de las células glia (soporte celular) inicia al mismo tiempo que la generación neuronal, sin embargo la célula glia continúan la diferenciación y proliferación después de que la migración celular se a completado, la mielinización tiene su máximo desarrollo durante el primer trimestre en humanos Sin embargo esta continúa en la adolescencia y algunos años de la juventud adulta siendo este un largo periodo de vulnerabilidad. Algunas investigaciones han identificado el daño específico que generan ciertos tóxicos en el neurodesarrollo. (Ver tablas 13 – 15).

**Tabla 13.-** Tóxicos y alteraciones en el embrión humano

Tóxico	Daño fisiológico
Organofosforados	Proliferación neuronal así como la migración
Paration, permetrinas, fluorofosfatos.	Generación de sinapsis

(Schmid y Rotenberg, 2005)

**Tabla 14.-** Potenciales electro- neurotóxicos de plaguicidas

<b>Tóxico</b>	<b>edad</b>	<b>Proceso de desarrollo</b>	<b>Alteraciones</b>
Plaguicidas	Primer trimestre de gestación	Neurogénesis en cerebelo, hipocampo, migración celular, mielinización, sinaptogenesis.	Múltiple: bajo control motor, labilidad emocional, deficiencia y retraso cognitivo.
Organofosforados	4 a 17 años	Incremento de fibras del tracto motor y funciones del habla.	Pobre crecimiento axonal.

(Schmid y Rotenberg, 2005)

**Tabla 15 -**Daño crónico de efectos neurotóxicos por pesticidas

<b>CATEGORÍA PESTICIDA</b>	<b>EFEECTO EN SNC</b>	<b>EFEECTO EN SNP</b>	<b>EFEECTO EN EL NEURODESARROLLO</b>
OF	Cognitivos, afectivos y perceptivos,	Neuropatía sensorio motora	Retraso en el desarrollo, conductual, hiperactividad y disfunción motora.
OC	Función cognitiva y personalidad, aislamiento	Temblor	Hiperactividad, déficit en coordinación y memoria.
CARBAMATOS	Déficit de memoria, daño visual	Neuropatía sensorio motora	
FUNGICIDAS	Posible parkinson	Reducción de conducción nerviosa	
PIRETROIDES	Reducción de actividad motora espontánea	Parestesia	Hiperactividad
FENOXIACETICOS		Neuropatía	

(Schettler, Stein, Reich y Valenti, 2000; Solomon et al, 2000; Casarett y Doulls, 2001)

Eicher y Avery (2005) menciona entre los síntomas de:

- encefalopatía tóxica aguda (confusión, déficit de atención, convulsiones y coma)
- exposiciones a tóxicos crónico y de bajo nivel (síntomas pueden estar insidiosamente y pasar desapercibidos al mismo tiempo.

Así mismo refieren se han hecho investigaciones en atención, memoria y las funciones cognitivas por la vulnerabilidad especial del SNC a los químicos ambientales.

Las áreas del cerebro más comúnmente dañadas son sistema límbico, hipocampo, ganglios basales y cerebelo. (Solomon et al; 2000) Los efectos de las dioxinas en el neurodesarrollo pueden pasar desapercibidas, sin embargo entre ellos se encuentran retraso en el desarrollo psicomotor, déficit de atención, déficit de C. I., desordenes conductuales y de aprendizaje. El mecanismo de daño físico aun no se conoce totalmente, es probable que tenga alteraciones en los niveles de neurotransmisores y en la función de la hormona tiroides. (Schettler, Stein, Reich y Valenti, 2000).

Los dos principales síndromes que se presentan después de exposiciones neurotóxicas son estados de confusión y demencias, sin embargo, cada uno tiene múltiples etiologías. (Filley y Kelly, 1999)

## 2.16 Mecanismos de acción neurobiológicos de los tóxicos

Sin duda el periodo crítico en el desarrollo será el de mayor énfasis en este apartado por la vulnerabilidad que presenta el ser humano ante las exposiciones ambientales. Esto porque los elementos neuronales de soporte y trabajo aun están en formación, esto continúa por varios años después de nacido el humano.

Solomon, et al; (2000) menciona que muchos plaguicidas atraviesan la barrera hemato encefálica por lo que es fácil que haya un efecto indirecto en la disrupción en la vía de suplemento del oxígeno a cerebro, nutrientes, hormonas y neurotransmisores, entre las áreas que comúnmente se dañan en el cerebro se encuentran el sistema límbico, hipocampo, ganglios basales y cerebelo.

En el SNC los plaguicidas afectan principalmente las áreas ricas en Colinérgicas del tallo cerebral y el cerebro anterior. (Schmid y Rotenberg, 2005)

En relación a la mielina se sabe que para la formación y mantenimiento de esta es necesario el metabolismo y estructura proteica, lo cual es único del sistema nervioso. La mutación de estas proteínas es resultado de desordenes de forma anormal, En el contexto de la exposición a tóxicos es fácil de imaginar que los componentes tóxicos interfieren con el complejo proceso de mantener la mielina y el resultado es la mielinopatía tóxicas.

Partiendo de la funcionalidad de la neurona, se sabe que para que esta funcione adecuadamente depende de la integridad de sus terminaciones las cuales se ven afectadas por la acción de los tóxicos en ella.

La degeneración axonal, descrita por A. Weller (en Casarett y Doull's, 2001) es derivada del corte del axón, y se refiere a el proceso que sufre el resto distal del axón después del corte, se conoce como degeneración Walleriana, a) se genera un microambiente de sobrevivencia para el axón distal, su duración es en proporción a la longitud del axón distal, b) proteolisis, aquí comienza la digestión del axolema y del axoplasma, no hay claridad para la distribución específica de la degeneración, sin embargo se sabe que en esta etapa persiste la mielina; c) decrecienta la mielina, seguido de la proliferación de células de Schwann las cuales elaboran una formación tubular llamada banda de Bungner.

El proceso anterior descrito tiene parte como función dentro del sistema nervioso, Haciendo referencia a estos últimos, el daño generado en el sistema nervioso se ve claramente en las neuropatías que se caracterizan por la pérdida del cuerpo celular y no hay potencial de regeneración, o bien hay daño al axón y la neurona sobrevive. Se deriva del daño generado en axones y neuronas por los neurotóxicos. A continuación se describen los posibles cuadros de daño neurotóxico. (Ver Tabla 16).

## 2.17 Procesos de respuesta y regeneración en el SN

El SN genera cambios en respuesta a los daños provocados por la exposición tóxica, es importante la eficacia de los mecanismos celulares para promover respuestas neuronales después de una lesión, debido a que la elaboración funcional después de una lesión parece estar ligada al grado en que la conducta se restablece.

El factor de crecimiento nervioso (FCN) es una sustancia neurotrófica producida por el SN, que estimulan el crecimiento y guía hacia blancos a las fibras nerviosas en regeneración, importante en el SNP, e indispensable para la sobrevivencia de otras neuronas cuya localización se encuentran en las partes del cerebro que intervienen de manera importante en la función de la memoria.

**Tabla 16** - Modelos de daño neurotóxico

Denominación	Proceso en el cuerpo celular	Procesos en el axón
Neuropatía	Muere la neurona completa junto con los procesos que desarrolla, sin posibilidad de regeneración, es dañada letalmente por los tóxicos.	Del axón se encarga el astrosito.
Axonopatía	Cuando sobrevive la neurona muestra cromatólisis (conjunto de cambios de adaptación que permiten a la neurona reparar las partes dañadas por la lesión o sustituirlas), con marginación de la sustancia Nissl y núcleos periféricos de la célula. Tiene la posibilidad de regenerarse mediante el transporte de proteínas de la parte distal del axón.	Primer sitio dañado del axón se degenera.
Mielinopatía	El daño se genera en las células que mielinizan y por tanto se daña la mielina.	Daño a las células que mielinizan axón, dañan la mielina, su regeneración se torna muy lenta y pobre en el SNC y SNP. El axón termina por destruirse después de quedar desnudo.
Toxicidad en la transmisión neuronal.		El tóxico interrumpe el proceso de neurotransmisión, bloquean la excitación o bien generan una excitación excesiva.

(Casarett y Doull's, 2001)

Brailowsky (En Butcher, Pacheco y Tirado, 2002) menciona que los factores neurotróficos se concentran en forma aumentada durante los primeros 10 días después de la lesión inicial, siendo de 5 a 50 veces más elevadas la actividad de esos que en un cerebro normal. Estos factores pueden desempeñar un papel decisivo en la sobrevivencia de las neuronas, así como en la restauración de las funciones del comportamiento.

Los neurotransmisores, son sustancias que proveen los medios para la comunicación intracelular, participan de manera importante en la recuperación funcional después del daño cerebral.

Reacción del cerebro después de una lesión:

- Eliminación de productos tóxicos, que se reaccumulan en el área lesionada.
- Abastecimiento de factores nutritivos adecuados y necesarios para la sobrevivencia y el crecimiento.



La recuperación del cerebro que ocurre después del daño temprano en la vida, es frecuentemente más profunda que aquella que ocurre posteriormente. Existen opiniones encontradas, donde sostiene que los daños a temprana edad pueden afectar el desarrollo de procesos de manera que dejara secuelas permanentes en la vida futura.

Butcher et al., (2002) refieren a Luria quien menciona que al regenerarse una lesión cerebral, inicialmente se produce la inhibición temporal del funcionamiento fisiológico en las áreas intactas, considerándose que esta inactividad es consecuencia de la alteración en los niveles de colinesterasa, lo cual provocaría asinapsis funcional, situación que gradualmente desaparecía, al normalizarse los niveles de acetilcolina. Esto tarda aproximadamente tres semanas en llegar a sus niveles basales, sin embargo ante exposiciones a Organofosforados que provocan su bloqueo permanente, no es posible esperar este efecto.

Butcher et al., (2002) mencionan que la recuperación en niños se rige por el principio Kennard, el cual sostiene que cuanto más temprano en la vida ocurra el daño, la recuperación es mejor, sin embargo hoy se sabe que esto solo aplica en los casos cuando el daño lleva a una mejor reorganización y recuperación, así mismos estos autores refieren a Goldman, quien sustenta que las partes intactas del cerebro podrían garantizar las funciones de las regiones lesionadas cuando los daños conciernen a un tejido inmaduro todavía no especificado desde el punto de vista funcional, en tanto que los daños serían más permanentes cuando la lesión afecta una región ya madura y especificada.

Algunos estudios sobre la neurotoxicidad por exposición aguda de nivel moderado son inconsistentes, sin embargo se ha asociado este tipo de exposición a baja neurotoxicidad, sin embargo es difícil separar los efectos de exposiciones crónicas y agudas, pero se registran prevalencia de síntomas en ambos. (Kamel y Hoppin, 2004)

En las exposiciones agudas severas se debe contemplar el tóxico, pues en el caso de los organofosforados el efecto puede darse en minutos y no obstante que la síntesis de la acetilcolinesterasa tarda al menos tres semanas en regresar a condiciones basales ante la acción de los organofosforados esta no se regenera.

Los plaguicidas sin duda tienen un efecto neurotóxico, Solomon et al; (2000) mencionan que los efectos por exposición crónica figuran: en el SNC generando daño en funcionamiento cognitivo, en personalidad y aislamiento, y en el SNP se encuentran temblor.

Kamel y Hoppin (2004) concluyen con la evidencia existente sobre la exposición crónica a plaguicidas, es neurotóxica e incrementa el riesgo de padecer Parkinson, resaltan la necesidad de diferenciar los efectos de los distintos tipos de plaguicidas ante exposiciones agudas y crónicas, así como aclarar el importante papel que juegan las exposiciones asintomáticas o sin datos de envenenamiento. Subrayan la necesidad de aclarar la relación entre plaguicidas y neurotóxicos, así como del daño neurodegenerativo.

## 2.18 Magnitud del problema

Los efectos de los plaguicidas van más allá de los efectos neurotóxicos en el humano, pues implica un factor de riesgo en la salud humana, así como para la estabilidad de la flora y la fauna mundial, de modo que ante este problema se tornan consecuencias de nivel global en el ambiente.

Entre 1971 y 1981 se realizó una investigación sobre la exportación de plaguicidas prohibidos desde los países industrializados al tercer mundo. Esto se publicó en el libro *Círculo del veneno* (Weir y Schapiro, 1981), donde describen como las campañas publicitarias masivas de las empresas transnacionales de plaguicidas (Dow, Shell, Chevron, etc.) convierten al tercer mundo en un mercado favorable de plaguicidas y en un vertedero, donde la falta de reglamentos junto con el analfabetismo y las condiciones de trabajo represivo pueden transformar un plaguicida en un arma mortal. Así la OMS, en 1979, menciona que cada minuto se intoxica una persona en el tercer mundo, debido a los plaguicidas. Lo anterior se explica porque tiene su uso etapas mucho más perjudiciales en las personas y en el medio ambiente, cuando se utilizan en condiciones inhumanas, como ocurre en el tercer mundo.

Así con este movimiento en circulación, los plaguicidas prohibidos en E. U., pueden regresar en otros productos (alimento que importan) e ingerirlo en el 1er mundo, el Dr. Harold Hubbard, de la Organización Panamericana de la Salud (ONU)

menciona “que no existe ningún control en la fabricación transporte, almacenamiento, contabilidad; en resumen en nada, de toda la distribución de estos productos, ¡Esos venenos tan tóxicos que están arrojando por todo el mundo sin el menor control!

#### 2.19 Daño al medio ambiente

Un segundo ciclo es la extensa contaminación de los alimentos importados, el uso excesivo de plaguicidas peligrosos ha creado razas mundiales de plagas de insectos que son resistentes a los insecticidas. El número de especies resistentes se duplicó solo en 12 años, de 182 en 1965 a 364 en 1977, según la FAO, cada año se necesitan más y más plaguicidas -incluidos otros nuevos más potentes- para mantener los rendimientos actuales.

Como Hussain Woolf, Sandel y Shannon (2007) mencionan, los pesticidas son sustancias fabricadas y sintetizadas específicamente con propiedades tóxicas enfocadas a una especie de ser vivo. Sin embargo se sabe que esto son buenas intenciones dado que los biocidas (es el nombre general para cualquier sustancia que mata o inhibe el crecimiento de microorganismos tales como bacterias, moho, légamo, hongos, etc., la mayoría de ellos son también tóxicos para los humanos) extienden su daño a especies que no son las objetivo.

No obstante que hoy en día los gobiernos han realizado tratados internacionales para parar esta dinámica de fabricación y transporte de los plaguicidas, esto representa grandes retos, pues la práctica de políticas públicas se ve limitada a las legislaciones de cada país y a la falta de cumplimiento de leyes y reglamentos, principalmente en países subdesarrollados. El transporte que el hombre no puede limitar ni regular, y es la dinámica que siguen estos contaminantes libres en el medio ambiente, la cual varía dependiendo del tipo de químico que se trate.

La comisión europea en 2001 afirmó que la unión europea, (los más avanzados en el contexto de los actuales debates intergubernamentales), no tiene información adecuada sobre los efectos adversos de los químicos en la salud humana. Siendo así un daño constante y desapercibido para todos los seres vivos, incluida la tierra dado que al eliminar la fauna propia del suelo esta deja de alimentarse y nutrirse y por tanto su producción disminuye generando problemas de generación de alimentos tanto para el hombre como para los animales.

### 3 EVALUACION DE LA ATENCIÓN Y LA MEMORIA

La neuropsicología es la relación entre función cerebral y la conducta humana, donde la conducta humana es el reflejo de la función cerebral y por tanto un parámetro de evaluación muy valioso para conocer cual es el desempeño esperado de un sujeto de acuerdo a su edad y considerando algunas variables socioculturales importantes, tales como grupo cultural o étnico al que pertenece y años de estudio.

#### 3.1 Diagnóstico neurotóxico

La incidencia y prevalencia de desordenes neurotóxicos son pobremente conocidos, esto dificulta el diagnóstico de estos síndromes, además que se relaciona con la población que se expone laboralmente, es decir en su mayoría adultos, no así con los menores, aunado a esto esta el factor de que existe una mayor dificultad en el diagnóstico de neurotoxicidad cuando la exposición es de bajo nivel.

Sin embargo, hablando de poblaciones grandes y variables, como es el caso de las comunidades que laboralmente no se exponen, sino ambientalmente por diversas razones, entre ellas tener zona industrial cerca, o empresas tales como maquiladoras dentro de la misma comunidad, la exposición es constante y de nivel variable, dado que la exposición dependen del nivel de producción de las empresas existentes y de los compuestos que manejen, en estas situaciones debe considerarse sobre todo a los menores, donde el riesgo es mayor que para el adulto.

La OMS ha publicado los criterios de salud ambiental para evaluar los riesgos en la salud de los niños, titulados “principios para evaluar riesgos en la salud de niños asociado con la exposición química” los cuales constituyen el trabajo más completo en esta materia, en dicho documento se ha resaltado el hecho de que para los niños, la etapa de desarrollo en que sufren la exposición puede ser tan importante como la magnitud de la misma. Damstra (RAP-AL, 2007), jefa de la Unidad de Investigaciones Interregionales de la OMS, menciona que los menores

“Son especialmente vulnerables a los factores ambientales y a la exposición a éstos, responden en forma diferente a los adultos según el periodo de desarrollo.”

Dicho documento refiere que más del 30% de la carga mundial de morbilidad en los niños puede atribuirse a factores ambientales, y entre los contaminantes se encuentran por supuesto los plaguicidas.

La vulnerabilidad de los niños varía según la edad y los dinámicos procesos de crecimiento y desarrollo. Los efectos de la exposición pueden ser, por ejemplo: aborto espontáneo, muerte prenatal, insuficiencia ponderal al nacer o malformaciones congénitas, deficiencias durante el desarrollo prenatal o al nacer; en niños pequeños, mortalidad infantil, asma, deficiencias neurocomportamentales o inmunitarias; y en los adolescentes pubertad precoz o retrasada. Hay nuevos datos probatorios de un mayor riesgo de enfermedades tales como cáncer y cardiopatías en adultos como resultado, en parte por la exposición a determinados productos químicos ambientales durante la niñez.

De León (2008) menciona que la investigación del impacto en la salud por exposición a mezcla de tóxicos puede medirse en base a morbilidad y mortalidad o bien se buscan indicadores de daño en la función de un órgano blanco conocido, esto dado que generalmente se carecen de datos sobre las características de los compuestos tóxicos, se tienen disponible manifestaciones que pueden llevar a un diagnóstico médico equivocado.

Uno de los principales problemas para investigar el efecto de exposiciones a neurotóxicos es el largo periodo entre la exposición y el reconocer el déficit funcional, tanto a nivel físico como psicológico, ya que por ejemplo el daño en el lenguaje se ve hasta la edad escolar. Además los síntomas del daño en la función cerebral no es específica por la causa potencial, existen otros factores que la ocasionan como la genética, alimentación y el medio ambiente. (Schettler et al., 2000)

Es determinante para el buen diagnóstico de síndrome neurotóxico el contemplar los siguientes apartados en la conformación del expediente clínico: historia clínica, valoración neurológica (donde se valore el estado mental, nervios craneales, sistema motor, coordinación, reflejos y modo de caminar), exámenes de laboratorio (dependen en particular del agente involucrado y de las características

de este), pruebas neuropsicológicas (atención y concentración, memoria, sensación y percepción, secuenciación, planeación y eficiencia, abstracción y flexibilización cognitiva, estado emocional y personalidad entre otras áreas) y pruebas especiales (neuroimagen, estudios neurofisiológicos clínicos) (Sullivan y Krieger; 2001)

Para los fines de este estudio es básico contemplar algunos datos de la historia clínica personal de paciente y la valoración de la atención y la memoria, dado que se dista mucho de realizar un diagnóstico de síndrome neurotóxico.

### 3.2 Historia clínica neuro-tóxica.

La principal función de la historia clínica es la asistencial, permite la atención continua a los pacientes por equipos distintos, esta debe ser realizada con rigurosidad, relatando todos los detalles necesarios y suficientes que justifiquen el diagnóstico y el tratamiento y con letra legible.

Los protocolos de evaluación neuropsicológicos aporta datos necesarios que se deben obtener de los pacientes o familiares mediante la entrevista, con el fin de realizar un mejor diagnóstico, para ello se recopilan en la historia clínica, entre los datos que los especialistas de esta área recomiendan como mínimo están:

- 1.- Motivo del ingreso (al servicio medico u hospital).- Se inicia describiendo el síntoma que perturba al paciente y la duración del mismo.
- 2.- Antecedentes familiares.- Estado de salud de la familia, edades de los hijos si los hay, enfermedades importantes, causas de fallecimiento de los parientes más cercanos, enfermedades hereditarias.
- 3.- Historia social.- Ambiente de vida y de trabajo, condiciones higiénicas.
- 4.- Historia médica previa.- Enfermedades importantes padecidas por el paciente con anterioridad (incluidas las de la infancia), intervenciones quirúrgicas que se le han practicado.
- 5.- Hábitos.- Dieta, alcohol, tabaco, ejercicio.
- 6.- Historia de la enfermedad actual.- Descripción por el propio paciente de su enfermedad desde el principio.
- 7.- Historia medicamentosa.- Registro de la medicación que está tomando el paciente a su ingreso en el hospital o que ha tomado durante el último año.

8.- Alergias a medicamentos y alimentos.- Registro de las alergias sufridas por el paciente a lo largo de su vida. (Keith y Foster, 1992)

Es necesario para un buen diagnóstico pedirse información a uno o más miembros de la familia, y realizar una adecuada evaluación ambiental, es fundamental en la valoración de problemas del desarrollo de habilidades causados posiblemente por neurotóxicos ambientales, contar con una detallada y correcta revisión de la enfermedad presentada.

### 3.3 Historia clínica ambiental.

Si bien se sabe un adecuado historial clínico se debe obtener de la familia, de los padres y/o los cuidadores primarios principalmente, cuando se trata de menores, este aspecto es fundamental en la evaluación ambiental, cuando hay exposición a neurotóxicos ambientales.

Dicha evaluación puede abarcar 9 secciones:

- 1) historia prenatal,
- 2) historia del nacimiento,
- 3) historia alrededor del desarrollo del niño y de su neurodesarrollo;
- 4) datos recientes de su desarrollo (lenguaje, cognición, funciones motoras, etc.),
- 5) historial de enfermedades graves,
- 6) dieta regular,
- 7) medicamentos y alergias,
- 8) potencial de exposición ambiental (especificando el tipo de exposición),

Además se debe contemplar:

- 9) historia familiar (padres)

Y una exploración física, lo anterior es muy importante sobre todo ante exposiciones de bajo nivel, esto posibilita dar diagnóstico de intoxicación aguda y puede dar un verdadero panorama sobre efectos a largo plazo. (Hussain, et al., 2007; Karr, et al., 2007)

### 3.4 La evaluación neuropsicológica de la atención y la memoria

Entre los objetivos de la evaluación neuropsicológica están el determinar si existe un déficit cognitivo asociado a daño cerebral y determinar la magnitud de este

daño, para poder identificar las habilidades del paciente que le permitan regresar a su estilo de vida previo y establecer programas de rehabilitación basado en los resultados de la valoración, donde la triada neurología, psicología y aprendizaje es básica.

Lozano (2003) identifica dos tipos principales de evaluaciones para daño cerebral, - psicométrica, usa pruebas estandarizadas, donde se ubica el resultado del sujeto en relación a un grupo normativo, sin dar mayor explicación de los resultados, las causas y sus particularidades.

- neuropsicológica, donde se busca un análisis cualitativo y cuantitativo de los síntomas y signos, la existencia de deficiencias cognoscitivas y conductuales en un sistema funcional determinado. Así como localizar las habilidades para establecer un nivel de funcionamiento.

El hecho de manejar la evaluación de la atención y la memoria de manera conjunta, se debe a que aun no se sabe si se puede hacer una evaluación de memoria sin realizar una evaluación sistemática de la atención, dado que van de la mano, que este punto aun es debatido por los especialistas. No obstante se tienen instrumentos y métodos muy claros y precisos para cada uno de estos procesos, sin embargo como se vio en el capítulo de atención y de memoria su interrelación es mucha.

El presente estudio se enfoca a la valoración de la atención y la memoria dado que la población expuesta a la fábrica de plaguicidas se percato que tenían un daño manifiesto en su memoria, tanto adultos como menores notaron en su cotidianidad un descenso en la conservación de datos en su memoria, así como problemas para enfocar la atención.

Algunos estudios muestran que la memoria es mucho mejor para los eventos atendidos que para los que no lo son, Fisk y Schneider (1984) explicaron que el grado de atención o de procesamiento adjudicado a los estímulos determinará qué tan bien los sujetos serán capaces de reconocer y juzgar la frecuencia de ocurrencia de tales estímulos. (Bermúdez y Prado, 2001) Es importante resaltar que si la atención se encuentra afectada, la memoria resulta también afectada de manera secundaria. Por ello es importante la evaluación de ambas, de modo particular como interrelacionado.



### 3.5 Instrumentos usados para valoración de atención y memoria

Entre los instrumentos que incluyen la medición de la atención y la memoria, lo hacen de manera general y como parte de la evaluación dirigida y diseñada para otras funciones cerebrales, pues la mayoría de ellas miden inteligencia o bien habilidades perceptivas y atencionales, ejemplos de las más utilizadas se muestran en la tabla 17.

**Tabla 17.-** Relación de pruebas y rasgos de atención y memoria valoradas.

Test	Objetivo del test	Rasgo que evalúan	Edad para aplicarlos
Test de Matrices Progresivas Raven	Capacidad intelectual	Atención sostenida	Varias escalas desde 6 a 65 años
Test de Maduración Metropolitan	Maduración neurológica	Atención sostenida	5 a 7 años
Test Gestaltico Bender	Percepción Psicomotricidad,	Atención sostenida	3 años a 11 años 11 meses
Test de Habilidades Psicolingüísticas de Illinois (ITPA)	Lenguaje	Atención	2 años 7 meses a 10 años 3 meses
Test de Maduración Visomotora (IVM)	Percepción Psicomotricidad	Atención sostenida	2 a 14 años
Test de Retención Visual de Benton	Percepción y memoria visual y habilidades visoconstructivas	Atención visual Memoria visual	7 a 13
Escalas de Inteligencia de Wechsler (preescolares, niños y adultos)	Inteligencia	Atención sostenida Memoria corto plazo Largo plazo	4 a 6 años 6 a 16 años 16 años y más
Terman Merrill	Inteligencia	Memoria a largo plazo Atención sostenida	Adultos

(López y García, 1997; Raven, 1966; Benton, 1986)

La mayoría de estos instrumentos utilizan algunos de los siguientes subtest para la evaluación de la Atención. (Ver tabla 18)

Para la valoración de la memoria a veces incluye la atención, en esta área se encuentra ítems derivados de Ebbinghaus en base a diversos estudios sobre la memoria logró identificar su rendimiento y estableció diversas leyes básicas de las funciones mnémicas, entre ellas se encuentran

- “del recuerdo inconsciente” (al aprender una lista con el tiempo se llega a olvidar, si se intenta aprender de nuevo será más rápido que la primera vez)
- “la taza de olvido” (tiende a olvidarse la información más rápido en la primer hora y tiende a estabilizarse después de cierto tiempo).

**Tabla 18.** Subtest utilizados para la valoración de los distintos tipos de Atención.

Atención Sostenida	
Prueba	Descripción
En vigilia	Presentar una secuencia de estímulos (números o palabras) durante un periodo de tiempo, se dan instrucciones previas de hacer una señal ante determinado estímulo.
Detección de dígitos	Se lee una serie de dígitos y el sujeto debe detectar y dar una señal cuando escuche el estímulo objetivo.
Series sucesivas	Contar de tres en tres a partir el 1 hasta el 40, se registra el tiempo empleado.
Retención de dígitos	Se leen secuencias de 8 dígitos, el sujeto debe repetirlos en el mismo orden.
Capacidad atencional	
Retención de dígitos	Aquí se aumenta la complejidad al leerle al sujeto hasta 8 niveles de secuencias de dígitos.
Cubos de Corsi	El examinador señala una serie de cubos el cual debe repetir el sujeto, conforme acierta pasa a otra secuencia de cubos.
Atención selectiva	
Detección visual	Se representa al sujeto una serie de estímulos en una hoja (letras o números) y se le indica marcar con un lápiz solo un objetivo, se le mide el tiempo.
Control atencional	
Stropp	Tres ensayos (en algunos casos 2 o 4 ensayos) Leer lista de palabras de colores, escritos en un color distinto al significado de la palabra. Denominar el color impreso de unos ovillos Denominar el color de la impresión, no de la palabra
Series alternas: Reacción de elección Cambio de posición Reacciones opuestas	Ante un golpe de examinado, el sujeto de dos, y ante dos golpes no de ninguno. La mano en tres posiciones que se le presentan al sujeto el cual debe realizar los mismos. El sujeto muestra su puño ante la presentación de un dedo del examinador y viceversa.

(En Vélez, 2002)

Otra característica importante de la memoria y la recuperación de la información, es la retención asociativa, la cual da oportunidad a elaborar mediciones en cuanto a listas de palabras con similar índice de asociación o significado. Donde deben ser listas con un promedio de 12 estímulos y con un período de espera no mayor a los 30 minutos, dado que esto da rendimientos muy desiguales.

Un factor importante para la medición es la edad, y si el sujeto aplica técnicas o estrategias de aprendizaje. En la retención simple el rendimiento se incrementa cuando se le dan claves o pistas que faciliten el reconocimiento. Si existe un problema en las funciones de registro de información no se verán grandes discrepancias en la retención simple y la retención asociativa. Si el problema es la recuperación se verán grandes discrepancias (En Ridruego, 1996)

### 3.6 Instrumentos usados para evaluación neuropsicológica ante exposición a tóxicos

Desde los 50s se dan los inicios para la implementación de evaluaciones del potencial neurotóxico a sustancias, las cuales son aplicadas en animales de laboratorio, en 1978 se tiene la estandarización de los lineamientos de implementación de evaluación para neurotoxicidad (DNT, siglas en ingles) es hasta 1993 que el council nacional de investigación de USA, recomienda la inclusión de la DNT a la evaluación de pesticidas realizado por la agencia de protección al medio ambiente (EPA). Lo cual muestra el poco avance que se tiene en esta área, en un país tan desarrollado.

Estas mediciones especializadas, evalúan desordenes y perdida de habilidades por exposición a tóxicos del medio ambiente, se han enfocado en animales de laboratorio, sin embargo estos estudios requieren la medición de los niveles del tóxico (sus efectos varían de acuerdo al organismo por el proceso de adaptación) por los procesos químicos de cada sustancia, no obstante, la necesidad de medir niveles no siempre es posible cubrir por diversas razón, entre ellas, por lo especializado del proceso y porque hay sustancias que no son persistentes, y a pesar de esto generan daños por exposición crónica. (Lanphear, Vorhees y Bellinger, 2005)

Actualmente para evaluar la posible acción neurotóxica de un compuesto químico en humanos, se deben realizar diferentes estudios especializados, el Centro Europeo de Ecotoxicología y Toxicología para Químicos, así como el Council De Investigación Nacional de USA recomiendan aplicar el concepto de niveles progresivos de evaluación, que a continuación se describen:

- 1.- Realizar pruebas neuropatológicas y una evaluación general usando métodos comportamentales simples.
- 2.- Utilizar métodos comportamentales más específicos tales como la electroencefalografía, con el auxilio de técnicas neuroquímicas y neuropatológicas.
- 3.- Se determina el mecanismo de acción por el cual el agente ejerce el efecto adverso detectado. (Evangelista, 1997)

Así se tiene que en la presente investigación se hace uso del primer nivel, donde se pretende usar métodos comportamentales simples, para la valoración de la atención y la memoria.

### 3.7 Evaluaciones de efectos tóxicos

Filley y Kelly (1999) proponen que dentro del diagnóstico neuropsicológico se incluya la consulta neuropsicológica, donde deben contenerse baterías de pruebas cognitivas y emocionales, así como la comparación con el nivel anterior de funcionamiento con datos que se tengan disponibles de test, así mismo emiten una lista de test utilizados en la evaluación neuropsicológica, que incluye la evaluación en áreas de atención y concentración, memoria, desempeño psicomotor, sensación y percepción, planeación y eficiencia secuencial, flexibilidad abstracta y cognitiva, habilidad del lenguaje, personalidad y emoción e inteligencia y habilidad académica.

#### 3.7.1 En población adulta

La investigación especializada en este tema hace uso de una serie de baterías neuroconductuales para medir los efectos de neurotoxicidad, incluyendo el de la Organización Mundial de la Salud Neuroconductual, el Sistema de Evaluación Neuroconductual, el cual aporta baterías que usan para medir efectos de los pesticidas en funciones cognitivas y psicomotoras en adultos, la cual incluye la

valoración de memoria, atención, procesos viso espaciales y otras funciones cognitivas, incluye los test de símbolo en dígitos, retención visual y otras. (Kamel y Hoppin, 2004)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) utilizan una Bateria neuropsicológica, que es sensible a efectos neurotóxicos, y también es un estudio comprensivo neuropsicológico dirigido a adultos "core" que es sensible a efectos neurotóxicos, incluye los siguientes tests: orientación, tiempo de reacción simple, prueba de símbolo en dígitos, test de retención visual de Benton, entre otros, sin embargo esta Bateria es usada para población laboralmente activa, es decir, adultos y no menores. (Felly y Kelly, 1999; Sullivan y Krieger, 2001). Si bien no son baterías diseñadas para población infantil, son un parámetro para dirigir las evaluaciones por los test que incluyen y por los resultados de las investigaciones que las han utilizado.

Kamel y Hoppin (2004) realizaron una revisión de los efectos de la exposición a neurotóxicos (pesticidas) en mayores de 18 años, utilizando baterías usadas y diseñadas por la Organización Mundial de la Salud Neuroconductual, el Core Test Battery y The Neurobehavioral Evaluation System, diseñados para población adulta e incluye la evaluación de efectos de pesticidas en funciones cognitivas y psicomotoras.

Estos autores mencionan que algunos estudios realizados en exposiciones de bajo nivel de exposición muestran inconsistencias, dado que en los resultados algunos sujetos son deficientes en uno o más de las pruebas de funciones cognitivas, sin embargo son deficientes diferentes test en diferentes estudios, con diferentes instrumentos, no obstante que los estudios son diseñados para poblaciones expuestas algunos enfocándose a OF otros más a mezclas de diferentes plaguicidas, en común hay resultados inconsistentes.

Dichas inconsistencias se resumen en que las disfunciones sensoriales y motoras se han medido en expuestos a OF y casi no a fumigantes, sin embargo es en exposición a fungicidas donde se ha encontrado degeneración de retina, en términos generales en estos estudios se encuentran resultados limitados y pocas

conclusiones en función sensorial, respecto a la función motora se relaciona con temblores por exposición a varios pesticidas pero no a OF.

Referente a la función nerviosa las anomalías neurológicas clínicamente reconocidas fueron menores y no están presentes en todos los estudios. Dicho autor concluye que hay evidencia que sugiere que los pesticidas son asociados con síntomas prevalentes incrementados y déficit en los desempeños neuroconductuales, lo cual representan las inconsistencias que se deben evitar en futuros estudios. Así mismo se debe considerar que los síntomas y desempeños neuroconductuales que son investigados están influenciados por la edad, educación, grupo cultural y es sumamente importante comparar grupos de poblaciones demográficamente similares. (Kamel y Hoppin; 2004)

Se han realizado diversas investigaciones y mediciones de habilidades y capacidades psicológicas, sin embargo estas se centran principalmente en los adultos trabajadores agrícolas o productores de estos químicos. Guillette, Meza, Aquilar, Soto y García., (1998) mencionan la importancia de los factores físicos, ambientales, culturales y sociales en el crecimiento y desarrollo, y por tanto ejes de partida para las mediciones de los efectos de los pesticidas.

Otero et al., (2000) realizó una investigación a trabajadores floricultores expuestos a plaguicidas para medir efector neuroconductuales, para lo cual utilizó el Test de inteligencia para adultos de Wesler (WAIS), test de retención visual de Benton, Batería Neuropsicológica que mide: atención, concentración auditiva, atención visual, memoria inmediata, reciente y remota, lenguaje espontáneo y preposicional, comprensión de órdenes simples y complejas, praxias motoras, alternancia gráfica, alternancia motora, ideatoria y constructiva, gnosis visual, auditiva y somatosensorial, además utilizó un cuestionario que explora síntomas y signos de interés. En sus resultados encontró en resultados del WAIS que el grupo expuesto obtuvo resultados más bajos, en el Benton obtuvieron mayores errores, con la batería neuropsicológica reveló alteraciones leves o moderadas en atención, praxias y memoria.

Mearns, Dunn y Lees- Haley, (1994) refiere estudios realizados por Korsak y Sato en 1977 y Savage en 1988 a trabajadores expuestos a plaguicidas OF, con el fin de indagar área emocional (ansiedad, depresión, irritabilidad, inquietud), área

cognitiva (déficit cognitivo, dificultad para concentrarse, problemas en escritura, olvido, déficit de atención) problemas en la coordinación visomotora, síntomas psicóticos (ante exposiciones o intoxicaciones crónicas), donde utilizo una batería compuesta entre otros por el Test de inteligencia para adultos de Wesler (WAIS) y el inventario de personalidad múltiple de Minessota (MMPI), sus resultados fueron depresión, lesión cerebral, problemas en sub-test verbal, paranoia, introversión social (personalidad, emocional y cognitiva)

Lessenger y Riley, (1991) realizaron la evaluación de un sujeto expuesto laboralmente por 12 años a OC, utilizando el Test de inteligencia para adultos de Wesler, revisado (WAIS-R), donde encontraron un C. I. en los rangos normales, sin embargo mostró deficiencias en atención y memoria inmediata, así como en atención auditiva.

### 3.7.2 En población infantil

En relación a investigaciones realizadas en niños sobresalen las siguientes:

Zeitz, Kakolewski, Bove, Kaye (2004) realizaron una investigación con 251 niños expuestos y 401 niños en grupo control, de una edad de 6 años o menos cuando fumigaron sus casa con paration metilico (dosis bajas) en dos ciudades, realizó un test postest a un año y dos años del evento, utilizó una serie de instrumentos denominados Batería ecologista pediátrica (mide funciones neuro conductuales) basada en el informante, para lo cual utilizó:

Cuestionarios aplicados a padres

Pruebas neuro conductuales aplicadas a niños que miden cognición, motricidad, sensorial y valoración de efectos neuro conductuales.

Sus resultados del grupo expuesto muestran más dificultad en tareas que impliquen atención y memoria a corto plazo. Los padres de los menores expuestos reportan más problemas de conducta y habilidades motoras que en los niños no expuestos y no se reportan diferencias en habilidades de inteligencia, integración visual y motora, estos resultados no se consideran como conclusiones.

Entre las limitantes que se encuentran están que no especifican rangos de edades, los que difieren entre los dos grupos de niños expuestos, los objetivos a medir son demasiados amplios para concentrarse en la elección de los

instrumentos adecuados, lo cual ocasiona que las aplicaciones no se concluyan y no se pueda llegar a conclusiones del estudio. El intervalo entre exposición y medición no fue el mismo para los grupos de niños expuestos.

Garry (2004) por exposición a plaguicidas estudio a niños menores de 5 años, donde encontró se reportan más envenenamientos por plaguicidas en niños que en adultos, por tanto concluyó que los niños son más vulnerables a efectos adversos de pesticidas y que ante la exposición muestran toxicidad neuroconductual y disrupción endocrina, sin embargo no especifica instrumentos utilizados.

Guillette et al., (1998) desde su perspectiva de antropólogas realizaron un estudio en niños de entre 4-5 años de edad de las comunidades Yaquis en Sonora, donde tomaron en cuenta factores socioeconómicos, su referencia de control fue la exposición a pesticidas, partiendo de la hipótesis de que los pesticidas o contaminantes industriales tienen un efecto de descontrol hormonal el cual puede modificar el desarrollo y funcionamiento fisiológico. Utilizaron la valoración rápida para niños preescolares, que incluye múltiples aspectos del desarrollo del cuerpo y habilidades funcionales para las actividades normales del niño, incluyeron el inventario de desarrollo de McCarthy y la Escala de desarrollo de Bayley (niños de 30 meses de edad). También se realizó una encuesta a las madres registrando la dieta y tipo de exposiciones.

Sus resultados son en aspectos socioeconómico sin diferencias significativas, en relación a las habilidades funcionales (coordinación viso manual, actividades finas y gruesas), hay un decremento en la población expuesta que asocian con disfunción cerebral. Concluyen que muchas variables culturales y genéticas influyen en la exposición a contaminantes en los niños. Entre las primeras limitantes que se encuentran en dicho estudio es que su hipótesis no se estudia en el proceso de la investigación, dado que utilizan instrumentos de valoración psicológica para medir factores genéticos y concluir en aspectos físicos. Sus conclusiones se enfocan a las variables las cuales no se contemplaron en la hipótesis como tales.



### 3.8 Los tóxicos en la sociedad moderna (principio de precaución)

La agencia de protección ambiental de USA esta elaborando guías para la evaluación de riesgo neurotóxico, para determinar los índices de ingesta diaria admisibles (es decir la mayor dosis del compuesto sin efecto dañino detectable) lo que permite determinar los índices de seguridad en alimentos y el nivel de efecto adverso no observado, dado que la gran mayoría de sustancias químicas existentes en el planeta no tiene dicho índice. (Evangelista, 1997)

Costa, Aschner, Vitalone, Syversen y Porat (2004) mencionan que se debe prestar atención a la salud ambiental de los niños, sobre todo si los efectos irreversibles provienen de causas de daño evitables, se debe poner énfasis en los casos de exposición parental, es decir en aquellos hogares donde alguno de sus padres o familiar se expone a tóxicos laboralmente y traslada este agente a casa donde interactúa con el menor, además de usos y costumbre de algunos lugares donde es usual la incineración de basura, llantas, madera o leña para la estufa o chimenea y otros materiales que producen dioxinas.

Otras consideraciones que hacen los citados autores se refieren a las condiciones sociales que vulneran al de por si ya lábil menor, como son la pobreza, pobres condiciones de higiene, inapropiada disposición de los residuos o inexistencia de ella, vivienda inadecuada y falta de higiene en los alimentos, las situaciones globales como son la inseguridad química que incluye la exposición a contaminantes orgánico persistentes. Menciona la importancia de tener un ambiente saludable, pues este define la calidad de vida de nuestros niños, de la sociedad y la tierra misma.

Riechmann y Tickner (2002) mencionan que la crisis ecológica mundial la cual se hace presente en la década de los 70s y 80s y producto de un mundo altamente tecnificado, el cual a producido entre otras cosas las sustancias tóxicas, dicha crisis se debe a una serie de decisiones tomadas en base a la ignorancia o la incertidumbre, donde se ignoran los conocimiento científicos para prevenir daños catastróficos irreversibles para los seres vivos y los ecosistemas.

Además explican que el mundo moderno las cuestiones de riesgo no son técnicas, sino de decisiones políticas, resaltan la importancia de la participación de otros sectores como la sociedad civil, empresas, científicos, especialistas y otros

sectores, se busca ejerzan acciones dirigidas a impulsar el principio de precaución, el cual se muestra como la única alternativa posible para evitar las exposiciones desmesuradas a tóxicos y contaminantes ambientales que sufre la población.

Dicho principio de precaución hace énfasis en:

Anticipación preventiva, es actuar antes de disponer de una prueba científica completa de la necesidad de acción, es decir, antes de que se generen daños.

Dejar lugar para errores.

Proporcionalidad de la respuesta, donde el coste de las medidas sea proporcionada a los beneficios esperados.

Carga de la prueba, quien proponga un nuevo producto, proyecto o tecnología debe probar su seguridad o falta de alternativas.

Búsqueda de mayor certidumbre al intensificar la investigación para disipar en lo posible la incertidumbre inicial.

Procesos abiertos, participación de los afectados, transparencia en la toma de decisiones y distribución adecuada de la información.

Énfasis en la búsqueda de alternativas, buscar tecnologías o productos alternativos, con las cualidades valiosas apetecidas pero sin los riesgos o efectos negativos.

## 4 Método

### 4.1 Planteamiento del problema

Esta investigación surge a partir de una solicitud de la comunidad de Juchitepec al organismo GREENPACE, en el manuscrito indican que perciben olores (emanados de la fábrica) y algunos malestares, principalmente en niños como dolor de cabeza, mareos, vomito y salpullido, dicho organismo los contacta con el Médico Jorge Arturo de León, quien les brindó su apoyo profesional.

Se conformo un equipo multidisciplinario para la realización de trabajo de campo dirigido por el Dr. De León. La valoración primaria indico que la población presentaba algunos problemas de salud, incluyendo el de la memoria, que en esta tesis se abordará.

Este trabajo se enfoca a la población infantil de entre 8 y 10 años de edad, debido a que el periodo de gestación de estos menores coincide con el inicio de actividades de la empresa “Artivi S. A.” en la comunidad de Juchitepec Mariano de Rivapalacio, y por tanto desde su concepción hasta el momento de esta investigación estuvieron expuestos a cualquier agente que se hallara en el ambiente.

Se busca conocer si ¿Existen diferencias en la atención y la memoria entre niños expuestos y no expuestos a plaguicidas?

### 4.2 Objetivo General

Comparar el desempeño de las funciones cognitivas de atención y memoria entre niños expuesto y no expuestos a plaguicidas, de entre 8 a 10 años de edad.

#### 4.2.1 Objetivos específicos

Analizar el desempeño en la función cognitiva de atención y funciones ejecutivas en menores expuestos a plaguicidas.

Analizar el desempeño de la función cognitiva de memoria en menores expuestos a plaguicidas.

### 4.3 Hipótesis

Hi – Existen diferencias estadísticas significativas con un alfa mayor de .05 en el funcionamiento de la atención y memoria entre un grupo de niños expuesto y el grupo control.

H0 – No hay diferencias estadísticas significativas con un alfa mayor de .05 en el funcionamiento de la atención y memoria entre un grupo de niños expuesto y el grupo control.

Ha1 – Existen diferencias estadísticas significativas con un alfa mayor de .05 en el funcionamiento de la atención y funciones ejecutivas entre un grupo expuesto y el grupo control.

Ha2 – Existen diferencias estadísticas significativas con un alfa mayor de .05 en el funcionamiento de la memoria entre un grupo expuesto y el grupo control.

#### 4.3.1 Definición de variables

Variable independiente: Exposición a plaguicidas.

Variable dependiente: Atención y memoria.

#### 4.3.2 Definición conceptual

Exposición a plaguicidas: exhibición a distintos grupos químicos de tóxicos (plaguicidas) con una gran variedad de características químicas en cuanto a vías de absorción (inhalación, dérmico y oral), efectos agudos y crónicos, caracterizado por una temporalidad aguda y crónica de exposición directa al compuesto químico, con frecuencias de exposición que bien pueden ser constantes o variables y con una latencia de corto a largo plazo. (Casarett y Doull's, 2001; Hoffman, Buka y Phillips, 2007)

Atención: un proceso de cambios en las respuestas de orientación, habilidad que se manifiesta en diferentes tareas mediante la disminución de las formas dirigidas de atención exoevocadas (sensoriales) o bien de atención dirigida. Ardila y Ostrosky (1991)

Memoria: proceso que implica la acción de recepción de la información y registro o conservación de la misma, la evocación de la información representa una medida de la retención, además existe un proceso activo de procesamiento de esta información dentro de un determinado sistema. (Sokolov, 1969; en Ardila y Moreno, 1990)

#### 4.3.3 Definición operacional

Exposición a plaguicidas: exhibición a tóxicos utilizados y derivados del proceso de maquila de una fábrica de plaguicidas localizada en la periferia de la comunidad estudiada, la cual operaba todo los días del año y en temporada alta de venta las 24 horas del día, que incluye plaguicidas tales como Organoclorados, Organofosforados, Carbamatos, algunos de los cuales son contaminantes orgánico persistentes (COPs,) así como químicos derivado de procesos de combustión de desechos sólidos (dioxinas y furanos). Las cuales se dan de modo simultáneo, con una intermitencias de horas entre emanación y emanación y con una latencia de corto y largo plazo dada la vida media de diversos tóxicos a los que se expuso a la población en estado físico de líquido, sólido y gaseoso, con rutas de entrada dérmica, oral e inhalación y una duración de la exposición aguda, en las fases de mayor producción en la fábrica se llegaba incluso a exposiciones continuas de día y de noche, con manifestaciones de envenenamiento agudo y crónico, en repetidas ocasiones (diario por al menos 10 años en Juchitepec) de moderada intensidad, y de alta frecuencia las exposiciones fueron contiguas al proceso de producción, Se da una exposición crónica agudizada. Dicha exposición se da a los menores estudiados se da desde in útero y durante toda su vida.

Se usara el cuestionario Datos para Psicoevaluación en niños de Juchitepec (Ver anexo 2). Para determinar si existe o no dicha exposición.

Atención y memoria: Se utilizará el instrumento Neuropsi Atención y Memoria de 6 a 85 años, de Ostrosky F., Gómez M. E., Matute E., Rosselli M., Ardila A. y Pineda D. (2003), desarrollada para evaluar los procesos de: atención, memoria y funciones ejecutivas.

#### 4.4 Sujetos

##### 4.4.1 Muestra

Se conformaron dos grupos probabilísticamente.

Sexo: indistinto

Edad: de entre 8 y 10 años

Escolaridad: de 3 y 4 año de primaria.

Grupo expuesto: 40 niños

Grupo control: 35 niños.

##### 4.4.2 Elección de la muestra

Grupo expuesto: De un total 350 niños de Juchitepec se seleccionaron al azar (con tabla de números aleatorios) 70 menores, de donde se descartaron 30, por presentar algún criterio de exclusión del estudio.

Grupo control: De un total 200 niños de la población control se seleccionaron al azar (con tabla de números aleatorios) 50 menores, de donde se descartaron 20 por presentar algún criterio de exclusión del estudio.

##### 4.4.3 Criterios de inclusión

- Contar con el consentimiento de sus padres
- No tengan antecedentes de daño neurológico (complicaciones durante la gestación, nacimiento, accidentes con pérdida de conciencia y fractura craneoencefálica, convulsiones y ausencias)
- No presenten riesgos de daño neurológico por la historia de vida de los padres (Adicciones, enfermedad de la madre durante la gestación)

En el grupo expuesto:

- Sea oriundo de Juchitepec y su madre haya pasado el periodo de gestación en la misma.
- Que el menor siempre haya vivido en Juchitepec.

En el grupo control:

- Que el menor o la familia que viven con él, no tenga contacto con este tipo de tóxicos en la casa, su lugar de estudio o de trabajo,
- Que su domicilio se ubique cerca de alguna fábrica o establecimiento comercial de tóxicos.

#### 4.4.4 Criterios de exclusión

- Antecedentes de signos de daño neurológico en su historia de vida ya sea congénito o por traumatismos craneoencefálicos, problemas de hipoxia en el proceso de parto, problemas de visión sin corregir.
- Presenten riesgos de daño neurológico por la historia de vida de los padres (Adicciones, enfermedad de la madre durante la gestación)
- Presente reprobación en algún grado escolar.

Grupo expuesto:

- Su madre no haya vivido en Juchitepec desde la gestación del menor.
- Aun siendo oriundo de Juchitepec haya vivido uno o varios periodos fuera de este lugar.

Grupo control:

- Que el menor haya tenido contacto con este tipo de tóxicos en la casa o su lugar de estudio,
- Que viva cerca de alguna fábrica o establecimiento comercial de tóxicos.

#### 4.5. Contextos y escenarios

Los menores se obtuvieron de poblaciones con características socioculturales semejantes.

La aplicación se realizó en las escuelas de los menores, donde las autoridades correspondientes asignaron salones para este fin.

Dichos espacios cuentan con luz natural, sillas, mesas, ventilación natural, condiciones térmicas propias de la comunidad, cerrado (sin acceso para otros menores durante la aplicación) y aislados del ruido de los patios.

#### 4.6 Instrumentos y/o materiales

La recolección de los datos de los menores se realizó por medio del Cuestionario Datos para psicoevaluación en niños, dirigido a los padres de los menores, cuyo fin es buscar la información necesaria para realizar una mejor selección de la muestra, recopilando datos necesarios para determinar los criterios de inclusión y exclusión, dicho instrumento cuenta con los siguientes rubros: datos de identificación del menor, antecedentes de embarazo, enfermedades del niño, desempeño escolar y antecedentes de los padres

Para evaluar los procesos de atención y memoria se aplicó la prueba Neuropsi Atención y Memoria de 6 a 85 años, de Ostrosky F., Gómez M. E., Matute E., Rosselli M., Ardila A. y Pineda D. (2003), (Ostrosky-Solís et al, 2003).

El instrumento está validado y estandarizado con población hispanoparlantes. Los puntajes obtenidos son corregidos de acuerdo a la edad y al nivel educativo de los sujetos. La prueba permite obtener un puntaje global que resulta de sumar los puntajes totales de los procesos de atención, funciones ejecutivas y memoria, también se pueden obtener por separado los puntajes de cada proceso.

#### 4.7 Diseño de investigación

Experimental de dos muestras independientes, investigación de campo, transversal.

#### 4.8 Diseño estadístico

Se realizó un análisis de datos con enfoque cuantitativo deductivo a fin de dar respuesta a las hipótesis de investigación planteadas, para lo cual se utilizaron los siguientes recursos estadísticos:

Análisis descriptivo, prueba T de Student y varianza de un Factor (ANOVA)



#### 4.9. Procedimiento

Se realizaron dos fases de colecta de datos:

- 1) Contacto con los padres de los menores, solicitando autorización y participación en el estudio, los que aceptaron participar fueron entrevistados para elaborar una historia clínica del menor. Llenando el formato 1. Datos Para Psicoevaluacion En Niños De Juchitepec (ver anexo 2).
- 2) Evaluación de atención y memoria, con la prueba Neuropsi Atención y memoria, se administro individualmente las pruebas a los 2 grupos, durante una sesión de trabajo de aproximadamente 1 hora de acuerdo a los requerimientos de aplicación ya establecidos para cada una de las pruebas.

## 5 RESULTADOS

Se estudio una muestra total N 75 sujetos. El grupo control incluyo n=35 y el grupo expuesto con n=40. En la tabla 19 se incluyen las características descriptivas de la muestra. No se encontraron diferencias significativas en la edad ni en la escolaridad de los dos grupos.

**Tabla 19.** Características descriptivas de muestra

N=75

	Control (n=35) Test		E (n=40) Test		P
	Media	DS	Media	DS	
EDAD	9.5	.68	9.36	.81	n. s
ESCOLARIDAD	3.4	.49	3.37	.58	n. s
SEXO F/M	20/15		24/16		

Para analizar los datos neuropsicológicos se cuantificaron las diferencias de los puntajes del Neuropsi, atención y memoria, entre el grupo expuesto y el grupo control. Estas diferencias se analizaron con una t de Student y ANOVA de un factor. Se estableció para cada una de las pruebas un nivel de significancia de  $p < 0.05$ , para las cuales se establecieron las razones de  $t \geq 1.980$  y  $F \geq 3.92$ .

### 5.1 Resultados Neuropsicológicos

La ejecución de la batería neuropsicológica se calificó de acuerdo a los estándares establecidos por la batería.

Las medias, desviaciones estándar y diferencias entre los dos grupos en las diferentes subpruebas del Neuropsi Atención y Memoria se presentan en la tabla 20. El análisis estadístico de las pruebas neuropsicológicas mostró diferencias significativas con ( $p \leq 0.05$ ) en una subprueba de cinco que componen la escala de atención (Retención de Dígitos en Progresión); en tres subpruebas de siete que componen la subescala de Funciones Ejecutivas (Fluidez Verbal Semántica,

Fluidez Verbal Fonológica y Fluidez no Verbal) y en once subpruebas de catorce que componen la subescala de memoria (Retención de Dígitos en Regresión, Cubos de Corsi regresión, Codificación Pares Asociados, Codificación Memoria Lógica, Codificación de Caras, Evocación Memoria Verbal Espontánea, Evocación Memoria Verbal por Claves, Evocación de Pares Asociados, Evocación Memoria Lógica, Evocación de la Figura Compleja de Rey-Osterreith, Evocación de Caras).

También se encontraron diferencias significativas en los puntajes totales de las subescala de atención, memoria y en el total de atención y memoria.

En relación a las razones de t y F, se observaron diferencias significativas en las mismas subpruebas.

En la figura 1 se muestra el puntaje total obtenido por cada uno de los grupos en las subpruebas que evalúan Atención, Memoria y el total de Atención y Memoria.

Parte de la evaluación del Neuropsi atención y memoria, se aplicó a los padres de los menores y a los profesores, el Cuestionario diagnóstico de trastorno de déficit de atención e hiperactividad adaptado del DSM IV, se calificó de acuerdo a los estándares establecidos por la batería.

En la tabla 21 se incluyen los resultados obtenidos de la muestra. No se encontraron diferencias significativas en los diagnósticos. Cabe resaltar que en el grupo expuesto se tuvo a 6 expedientes (15 %) con la evaluación incompleta, donde no se obtuvo la evaluación ni de los padres, ni del profesor.

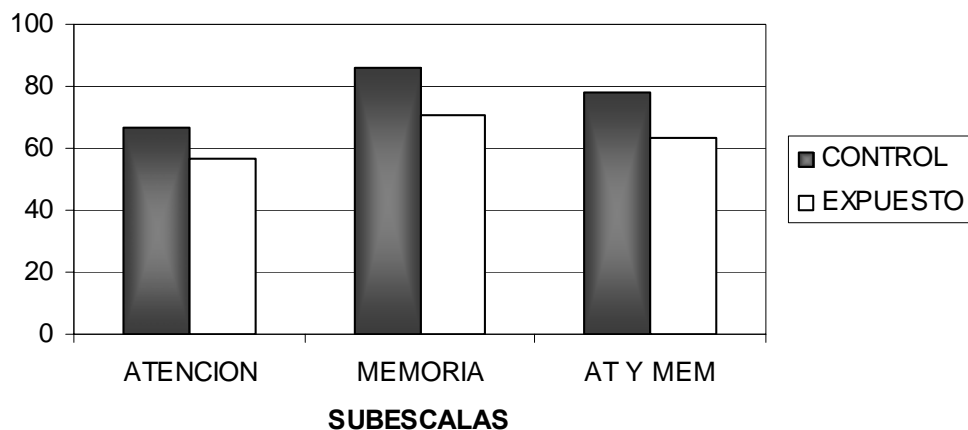
**Tabla 20.** Las medias, desviaciones estándar, diferencias entre las medias mediante la prueba t de Student (t) y ANOVA de un factor de los grupos en las diferentes subpruebas del Neuropsi Atención y Memoria. Se señalan las diferencias significativas  $p \leq 0.05$  y las razones de  $t \geq 1.980$  y  $F \geq 3.92$ .

Subpruebas	Control (n=35)		E (n=40)		PRUEBA T STUDENT		PRUEBA ANOVA	
	Test Media	DS	Test Media	DS	t	P	F	SIG
<b>Orientación</b>								
Tiempo	3.14	.77	3.10	.84	.23	.82	.052	.820
Espacio	1.51	.78	1.50	.64	.09	.93	.008	.931
Persona	1.00	.00	.97	.16	.93	.35	.874	.353
<b>Atención</b>								
<b>Dígitos progresión</b>	<b>5.11</b>	<b>.80</b>	<b>4.45</b>	<b>.78</b>	<b>3.63</b>	<b>.00</b>	<b>13.232</b>	<b>.001</b>
Cubos progresión	5.08	1.44	4.70	1.55	1.10	.27	1.228	.272
Detección visual	10.85	4.40	9.32	4.51	1.48	1.42	2.198	.142
Detección de dígitos	7.42	1.97	6.62	2.60	1.48	.14	2.211	.141
Series sucesivas	.82	1.31	.37	1.00	1.68	.09	2.851	.096

Subpruebas	Control (n=35)		E (n=40)		PRUEBA T STUDENT		PRUEBA ANOVA	
	Test DS		Media	DS	t	P	F	SIG
<b>Funciones Ejecutivas</b>								
Categorías	6.25	2.30	6.32	1.67	-.14	.88	.022	.883
<b>Fluidez verbal semántica</b>	<b>18.05</b>	<b>8.07</b>	<b>13.40</b>	<b>3.64</b>	<b>3.28</b>	<b>.00</b>	<b>10.812</b>	<b>.002</b>
<b>Fluidez verbal fonológica</b>	<b>9.88</b>	<b>7.20</b>	<b>6.52</b>	<b>2.53</b>	<b>2.76</b>	<b>.00</b>	<b>7.636</b>	<b>.007</b>
<b>Fluidez no verbal</b>	<b>7.54</b>	<b>5.00</b>	<b>4.70</b>	<b>3.74</b>	<b>2.80</b>	<b>.00</b>	<b>7.871</b>	<b>.006</b>
Funciones motoras	16.31	2.12	15.47	2.62	1.50	.83	2.277	.136
Stroop Tiempo	75.80	19.57	77.25	17.99	-.33	.73	.112	.739
Stroop aciertos	32.20	3.25	30.22	5.64	1.82	.07	3.317	.073
<b>Memoria</b>								
<b>Memoria de Trabajo</b>								
<b>Dígitos regresión</b>	<b>3.17</b>	<b>.92</b>	<b>2.50</b>	<b>1.03</b>	<b>2.94</b>	<b>.00</b>	<b>8.565</b>	<b>.004</b>
<b>Cubos regresión</b>	<b>4.08</b>	<b>1.24</b>	<b>3.50</b>	<b>1.33</b>	<b>1.98</b>	<b>.05</b>	<b>3.93</b>	<b>.050</b>
<b>Codificación</b>								
Curva de memoria	5.26	1.46	5.20	1.63	.16	.87	.026	.872
<b>Pares asociados</b>	<b>6.58</b>	<b>1.72</b>	<b>5.67</b>	<b>2.10</b>	<b>2.04</b>	<b>.04</b>	<b>4.177</b>	<b>.045</b>
<b>Memoria lógica</b>	<b>6.95</b>	<b>5.65</b>	<b>5.55</b>	<b>2.43</b>	<b>2.39</b>	<b>.01</b>	<b>5.721</b>	<b>.019</b>
Figura Compleja de Rey-Osterreith	26.90	7.64	24.58	6.23	1.44	.15	2.094	.152
<b>Caras</b>	<b>1.94</b>	<b>.93</b>	<b>1.27</b>	<b>1.26</b>	<b>2.57</b>	<b>.01</b>	<b>6.616</b>	<b>.012</b>

Subpruebas	Control (n=35)		E (n=40)		PRUEBA T STUDENT		PRUEBA ANOVA	
	Test Media	DS	Test Media	DS	t	P	F	SIG
<b>Evocación</b>								
<b>Memoria verbal</b>								
Espontánea	6.82	2.00	5.00	2.70	3.28	.00	10.772	.002
Memoria verbal claves	6.31	2.33	4.70	2.46	2.90	.00	8.416	.005
Memoria verbal reconocimiento	8.60	3.37	7.62	4.14	1.10	.27	1.225	.272
Pares asociados	8.28	2.43	6.92	2.78	2.23	.02	5.007	.028
Memoria lógica	6.41	2.89	4.81	2.82	2.42	.01	5.875	.018
Figura compleja de Rey-Osterreith	18.65	6.26	13.73	6.12	3.43	.00	11.788	.001
Caras	2.54	2.06	1.25	1.95	2.78	.00	7.742	.007
<b>Atención Total</b>	66.77	16.59	56.97	10.30	3.11	.00	9.682	.003
<b>Memoria Total</b>	85.82	18.75	70.82	21.20	3.22	.00	10.399	.002
<b>Atención y Memoria Total</b>	78.11	16.66	63.35	16.93	3.79	.00	14.406	.000

### PUNTAJES TOTALES



**Figura 1.** La gráfica presenta el puntaje total obtenido por ambos grupos en las subpruebas que evalúan atención, memoria y atención y memoria.

Tabla 21- Resultados del Cuestionario Diagnóstico de Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad adaptado del DSM IV.

GRUPO	NO TDAH	%	SIN DATOS	%	CON TDAH	%	SUBTIPO
Control	33	94.28	0	0	2	5.7	hiperactivo
Expuesto	33	82.5	6	15	1	2.5	inatento

## 6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo del presente estudio fue conocer si la exposición a plaguicidas dispersados por una fábrica provocó alteraciones en los procesos cognitivos de atención y memoria, de niños entre 8 y 10 años ( promedio de 9.36 años), comparado con un grupo control del mismo rango de edad (edad promedio de 9.5 años) de una comunidad del mismo nivel sociocultural sin exposición a fábricas de plaguicidas-. Ambos grupos con una escolaridad promedio de 3.4 grados (2<sup>o</sup> – 4<sup>o</sup> año) de primaria y sin problemas físicos y/o mentales que pudieran afectar los resultados.

Para la valoración del funcionamiento cognoscitivo se utilizó el NEUROPSI Atención y Funciones Ejecutivas, Memoria y Atención y Memoria, (Ostrosky, et al, 2004), la cual es una batería neuropsicológica que permite explorar de manera detallada los procesos de atención y memoria. La ventaja de esta batería es que cuenta con datos normativos para la población hispanoparlante de 6 a 85 años de edad y permite obtener tanto puntaje global, como para funciones cognoscitivas específicas.

Se encontró que en los tres índices principales del NEUROPSI Atención y Funciones Ejecutivas, Memoria y en el puntaje total de Atención y Memoria, existen diferencias significativas entre ambas muestras. Estos hallazgos concuerda con otros estudios realizados por Zeitz, Kakolewski, Bove, Kaye (2004) quienes realizaron valoración neuroconductual en niños expuestos a un compuesto organofosforados, utilizando test post-test encontrando mayor dificultad en la realización de tareas que implican atención y memoria a corto plazo.

Estos resultados concuerdan con los encontrados en estudios a población adulta por Lessenger y Riley (1991) realizado en adultos expuestos por 12 años a compuestos órganoclorado, donde evaluaron inteligencia por medio del Test WAIS encontrando deficiencias en atención, memoria inmediata y atención auditiva. A ambos tipos de compuestos ya mencionados fueron expuestos los menores estudiados, y a los resultados del estudio realizado por Otero, Porcado, Aguirre y



Pedraza (2000) en trabajadores expuestos a plaguicidas (no especifican categoría química), evaluados con el WAIS y el test de retención Benton donde encontraron alteraciones leves o moderadas en atención y memoria.

En este estudio se encontraron diferencias significativas en el puntaje total de atención entre ambos grupos, lo cual concuerda con las investigaciones mencionadas arriba, donde establecen diferencias en la ejecución de la atención y en los efectos que Schettler, Stein, Reich y Valenti (2000) refieren como efectos desapercibidos de la exposición a dioxinas, compuestos sumamente tóxicos, producto secundario del proceso de producción, donde los tóxicos que contienen cloro en su estructura química son procesados térmicamente, dicho proceso ocurrió durante años en la comunidad expuesta, dado que se realizaba incineración de desechos industriales donde incluían compuestos órganoclorados y fenoxiacéticos.

Respecto al índice memoria también se encontraron diferencias significativas en su puntaje total, este hallazgo coincide con las investigaciones mencionadas en el índice de atención y memoria y a lo que Solomon, Ogunseitan O. A. y Kirsch (2000) mencionan respecto al daño crónico de plaguicidas en el SNC que genera alteraciones conductuales y pueden manifestarse entre otras formas en déficits de la memoria a corto plazo, Schettler, Stein, Reich y Valenti, (2000) y Schettler (2001) refieren la afección de estas áreas como un daño causado por exposición a Carbamatos y Dioxinas.

En este estudio se encontraron diferencias muy específicas dentro del proceso de atención y memoria, las cuales son asociadas a la exposición de los plaguicidas, donde el efecto en SNC se puede dar de acuerdo al tipo de exposición (tipo de tóxico, vía de exposición, temporalidad y frecuencia), y estar relacionado con los efectos de los distintos tipos de tóxicos a los que expusieron a los niños de Juchitepec (grupo expuesto).

En la evaluación de procesos atencionales el estado de activación de los sujetos se muestra en la población expuesta con aletargamiento que incluso hace más larga la aplicación del instrumento, así mismo se requiere repetir las instrucciones de los diferentes subtest.

En la población control se muestra mayor activación al responder los menores en los tiempos de aplicación dentro del tiempo establecido y las instrucciones raramente se repiten.

En el nivel de activación de ambos grupos se observa algo de aletargamiento, lo cual puede ser un factor que predispone un bajo rendimiento en los niños, el cual es común y puede afectar de igual modo a los dos grupos, por lo cual no es un factor que afecte los resultados comparados.

Respecto a la orientación se muestran resultados sin diferencias significativas entre los grupos, sin embargo entre los dos grupos se muestran resultados ligeramente por debajo de lo esperado a su edad

La valoración de la atención selectiva refleja diferencias significativas solo en el test de Retención de Dígitos en Progresión, al utilizar medio auditivo para ingresar información lo cual sugiere se presentan problemas para seleccionar estímulos relevantes auditivamente en el grupo expuesto, donde el desempeño es por debajo del obtenido por el grupo control, en los ítems donde la información se procesa por la vía visual no presenta diferencias significativas.

Su alteración es frecuentemente reflejo de alteraciones frontales o bien de encefalopatías tóxico-metabólicas. Esto puede estar avocado al daño generado por los plaguicidas a la estructura de las neuronas por causarle neuropatías, axonopatías y toxicidad en la transmisión neural. Casarett y Doull's (2001).

En la valoración de atención sostenida no se presentan diferencias significativas.

Respecto a la valoración de Funciones Ejecutivas (control atencional) se obtuvieron diferencias significativas, en fluidez verbal semántica (mostrando poco control atencional para discriminar palabras por su significado), fluidez verbal fonológica (mostrando poco control atencional para discriminar palabras por su sonido) y fluidez no verbal (mostrando poco control atencional para evitar repetir e introducir nuevas respuestas) el grupo control mostró un mejor desempeño, lo cual nos sugiere que se presentan problemas en los menores expuestos en los ítems que implican el uso de la memoria semántica y fonológica (proceso de lenguaje), así como en la fluidez no verbal, esto se puede reflejar en problemas de organización de la respuesta hacia una meta, en la capacidad de planear y

organizar su conducta, al no lograr mantener conductas apropiadas, por ejemplo el comportamiento social, así como mantener la atención hacia una meta dirigida, mostrándose constantemente distraído, dichos resultados señalan alteraciones en regiones frontales y la región parietotemporoccipital.

Por lo tanto se muestran afecciones en estas funciones cognitivas presentando un problema desde el proceso de entrada de la información, al no tener un buen control atencional y un buen control de la atención selectiva.

El control atencional es necesario para mantener una conducta apropiada, socialmente adecuada y dirigida hacia una meta, al igual que los problemas de atención sostenida, se ve alterada si hay problemas en lóbulos frontales, lo anterior es sumamente importante en tanto que acompaña a todo los tipos de atención, siendo como su nombre lo indica el proceso que controla a la atención. Esto también afecta la ejecución de otras funciones cerebrales superiores, como las ejecutivas (planear, organizar e inhibir conductas, etc).

En la subescala de memoria de trabajo la valoración señala un funcionamiento deficiente en el grupo expuesto, pues muestra alteraciones en las subpruebas: Retención de Dígitos en Regresión y Cubos de Corsi regresión, es decir, que su procesamiento de información tanto de tipo fonológico como viso espacial tienen procesamiento y manipulación de poca información, por debajo de lo esperado a su edad, lo cual limita la información que pasa a la MCP para ser procesada y almacenada, el procesamiento de información y su manipulación es pobre, limitando por lo tanto la recuperación de información de reciente adquisición, la cual no es retenida y por lo tanto es poco probable que sea procesada para ingresar a una temporalidad más larga. Se sugiere daño en la región temporal derecha e izquierda.

Dados los resultados de las muestras, se ve que dentro del almacén de memoria primaria, se observan dificultades para conservar la información por lo que hay problemas de acuerdo a Baddeley en comprensión de lenguaje y resolución inmediata de problemas operacionales así mismo se ve como la atención es importante en este proceso, así como de la percepción y sistemas operacionales intencionales.

Respecto a la codificación de información el grupo expuesto muestra un menor desempeño en relación a la codificación de material verbal donde hay diferencias significativas en dos de las tres pruebas (Codificación Pares Asociados, Codificación Memoria Lógica y Codificación de Caras) los cuales sugieren un bajo rendimiento de la memoria a corto plazo en el grupo expuesto donde la corteza prefrontal juega papel importante; la información verbal presenta problemas para llegar al ejecutivo central para ser recuperada en un corto plazo. En torno al manejo de la información no verbal se observan resultados dentro de lo esperado a su edad, donde se puede ver que hay procesos de codificación y realización de tareas, de análisis de situaciones, se observa que hay afección en lóbulo temporal izquierdo.

En la memoria de corto plazo se observan deficiencias en la comprensión de lectura y en la velocidad de procesamiento de información, principalmente donde se deduce un problema o déficit funcional en el región prefrontal y por ende se prevé un déficit en la consolidación del recuerdo, el cual se puede reflejar en la MLP.

La corteza cerebral pre-frontal y la región parahipocampal desempeñan un papel muy importante en la codificación de la memoria, por otro lado la exposición a pesticidas organofosforados se sabe afectan a la enzima acetilcolinesterasa la cual es fundamental en el sistema colinérgico donde el hipocampo, tiene relación directa con la memoria a largo plazo. (Tellez, 2002)

En tanto que en la fase de evocación las diferencias significativas son casi en todos los ítems, (Memoria Verbal Espontánea, Evocación Memoria Verbal por Claves, Evocación de Pares Asociados, Evocación Memoria Lógica, Evocación de la Figura Compleja de Rey-Osterreith y Evocación de Caras) siendo esto en parte por los problemas de codificación en la parte verbal y auditiva, (la fases de registro y almacenamiento del material verbal y viso espacial), dado que los subtest que muestran problemas también lo presentan en la fase de evocación o recuperación de la información, sin embargo señalan problemas en la ejecución de la memoria a largo plazo del grupo expuesto. Estos datos señalan alteraciones

en el lóbulo temporal derecho (material visoespacial) y en lóbulo temporal izquierdo (material verbal).

Sin embargo cabe aclarar que el reconocimiento verbal es la única prueba sin diferencias significativas, no obstante que ambos grupos resultan con medias por debajo de los esperados a su edad, lo que implica que la información fue procesada superficialmente, se observan afecciones en el manejo de información en el lóbulo frontal, aunque no presentan un patrón específico de región dañada a nivel cortical o subcortical, tanto en el lóbulo derecho como izquierdo.

Como las neurociencias lo mencionan en la MLP se involucra el lóbulo temporal como el almacén de esta, sin embargo se puede decir que se presenta un déficit en esta área pues es donde se almacena MLP declarativa semántica área que el grupo expuesto obtuvo un bajo rendimiento.

Si bien en la memoria el sistema colinérgico y las hormonas son importantes para su funcionamiento en la exposición a plaguicidas son precisamente estos dos sistemas los que se ven afectados, sin embargo como refieren Eicher y Avery (2005) ante exposiciones crónicas a tóxicos y de bajo nivel los síntomas pueden estar insidiosamente y pasar desapercibidos al mismo tiempo.

Hoffman, Buka y Phillips (2007) hacen referencia a la dificultad del diagnóstico ante el daño neurotóxico en periodos de desarrollo dado el tiempo de latencia, donde existe exposición, pero aun no se presentan evidencias clínicas del proceso de afección, además se debe considerar que estos menores han sido evaluados en el periodo silencioso, pues ya se detectan problemas deficitarios de funciones en atención y memoria, aunque la problemática tienen sus propias aristas para el adecuado diagnóstico y establecer causalidad entre la exposición y los efectos.

Considerando que la atención y memoria son parte de la función del aprendizaje (Kendall et al, 2001) se concluye que el grupo expuesto tendrá dificultad para lograr el desempeño adecuado del aprendizaje principalmente en áreas de lenguaje verbal, sin embargo esta situación no excluye a la afección del área no verbal y del aprendizaje que involucre funciones visoespaciales, dado que se muestra afección en ellas, no logran en concreto un aprendizaje significativo o el procesamiento de información profundo, sin embargo el estudio realizado no

cuenta con datos que permitan realizar un diagnóstico de trastorno de aprendizaje, pero si arroja datos para suponer problemas en esta área.

Dado el déficit de atención selectiva, se tendrán problemas al seleccionar la información relevante del medio, provocando deficiencias en la respuesta adecuada al medio ambiente, así como filtrar información poco relevante y ser procesada en el aprendizaje y en el desempeño de otras funciones superiores cerebrales donde la atención es importante.

En relación al TDAH, se muestra que no tiene una presencia diagnóstica en ninguno de los dos grupos dado que: a) el cuestionario de ambas poblaciones resultó con una incidencia mínima de menores diagnosticados (grupo control 2 de tipo hiperactivo y en el grupo expuesto un menor con tipo inatento) siguiendo los criterios diagnósticos del DSM IV, lo cuál refleja la definición de la corriente cognitiva, donde la afección se localiza en el proceso de atención sostenida, rubro que contrasta con las poblaciones que muestran una media por debajo de lo esperado a su edad pero sin diferencias significativas, aunque este dato no es un criterio diagnóstico debe considerarse la afección.

Así mismo respecto al área de trastornos de la memoria, el grado de adquisición de información nueva es muy bajo, sin embargo no se cuentan con datos para considerar la presencia de amnesia, se debe considerar a futuro elaborar evaluaciones de seguimiento debido a la contaminación persistente para observar la dinámica de los datos obtenidos, tal y como lo sugieren Filley y Kelly (1999) de realizar evaluaciones de comparación y así poder realizar evaluaciones de efectos tóxicos.

Analizando las características químicas de los compuestos a los que se expuso la población se encuentran que algunos de ellos son persistentes por su estabilidad química, fácilmente entran al SNC por su liposolubilidad, y otros que también afectan al SNC y el SNP, dado que existen los tres tipos de exposición (oral, dérmica e inhalable) se tienen diferentes vías de absorción constante, favoreciendo la oportunidad del ingreso del tóxico al organismo.

Al menos los organoclorados y los COPs son bioacumulables, lo que hace que se acumulen dentro de la cadena alimenticia y por tanto son biomagnificables en la

cantidad que se puede exponer el ser humano. Se debe contemplar que la exposición a los menores evaluados inicio desde su gestación, siendo expuestos en los periodos de mayor vulnerabilidad del SNC, la evaluación realizada se ubica dentro de lo que Costa, Aschner, Vitalone, Syversen y Porat (2004) denominaron periodo silencioso, donde además de no manifestar evidencia de toxicidad, dada la persistencia de los químicos, se da también la persistencia del daño morfológico o bioquímico al organismo expuesto.

Muchos tóxicos tienen vidas medias que incluso llegan a décadas, dada su estabilidad química, por lo cual los menores seguirán siendo expuestos de manera latente a estos compuestos, además y de modo independiente se debe considerar la carga corporal acumulada, donde los tóxicos de vida media corta pueden hacerse presentes por toda la vida, por lo tanto el efecto de dicha exposición se verá aun a futuro, donde probablemente la sintomatología o bien los síndromes sean más claros y de un efecto irreversible.

No obstante lo anterior se debe considerar lo que señalan Pratt y Greydanus (2007) los problemas en la atención y la memoria pueden persistir como síntomas en otras problemáticas, donde sin duda se deben considerar el riesgo de otras patologías derivadas de la exposición a tóxicos (plaguicidas).

La población expuesta es de por si vulnerable, dado que son menores en desarrollo, a su condición de pobreza se les anexan los riesgos que hay en sus áreas de juego contaminado al igual que su casa y espacios escolares, además de que sus alimentos, propios de la región o de su comunidad se encuentran contaminados dado que la movilidad de estas sustancias tiene diferentes rutas para llegar a los campos de cultivo y a el ganado para consumo humano.

Dada la variabilidad del ser humano en cuanto a su capacidad de respuesta a un toxico de exposición aguda y crónica se hace complicado delimitar posibles efectos de toda la carga corporal de la contaminación (diferentes tipos químicos y diferentes vías de absorción) que recibió y acumulo dicha población.

Los efectos no solo son derivados de la toxicidad directamente a estructuras o funcionamiento del SNC, sino por el efecto secundario derivado de la alteración

del funcionamiento hormonal, que también se ve afectado por algunos plaguicidas desde in útero, lo cual hace todavía más complejo el estudio de este problema.

El principio Kennard sostiene que a menor edad producido el daño es mejor la recuperación, si el resto de áreas están en condiciones de absorber dichas funciones, es decir, que aun no han madurado las estructuras funcionalmente y que estas áreas están intactas

Ahora bien cabe preguntarse hasta donde la exposición crónica en los menores les hace a) permanente el daño generado que afecta al SNC en funciones y estructuras, b) que regiones del SN queda en posibilidad de sustentar las funciones dañadas por la exposición y c) que efectos y magnitud de estos se difunden en los menores en el futuro (adultos) si hay una constante interacción entre la atención principalmente y el reto de las funciones superiores cerebrales.

A modo de conclusión se puede decir que la exposición pre y postnatales (desde semanas de gestación, hasta los 6 años) pone en mayor riesgo al adecuado desarrollo del SNC.

Los resultados obtenidos muestran que hay déficits importantes en diferentes tipos y etapas de la atención y la memoria, que sin duda afectan al desarrollo de los menores en diferentes áreas de sus funciones cerebrales superiores y por tanto en su vida.

Sin embargo se debe contemplar que los diversos resultados que se han reportado a la fecha sobre los efectos cognoscitivos de la exposición a plaguicidas pueden deberse a muy diversos factores entre ellos están las características propias de estas sustancias (bioacumulativas, persistencia, sus prolongados periodos de vida media, liposolubles, volatilidad) lo cual hace que la población continúe expuesta muchos años después de la exposición inicial. También están las propiedades neurotóxicas de algunos plaguicidas, los cuales pueden atravesar barrera hematoencefalica e instalarse en el SNC (Solomon et al., 2000) y algunas otras afectan el sistema colinérgico (Schmid, 2005) de lo cual se genera daño a estructuras básicas para la atención y la memoria como son la ramificación neuronal y la arquitectura celular.



Si bien los efectos de la exposición a tóxicos distan de conocerse con detalle y exactitud, existen las situaciones donde pueden cubrir los síntomas de diferentes síndromes que incluyen similares inhabilidades con diferentes nombres o bien diferentes inhabilidades y similares nombres.

Existen diferencias significativas en los puntajes de atención y funciones ejecutivas, memoria y atención y memoria, entre el grupo control y el grupo expuesto.

La población estudiada ha sido expuesta desde in útero, y por tanto ha sido expuesta durante todo el periodo crítico de mayor desarrollo del SNC, reforzando lo señalado por Hussain et al (2007) y Geller et al (2007) quienes refieren que la exposición a tóxicos exógenos (entre ellos plaguicidas) en este periodo de formación y maduración del SNC es muy grave.

Por otro lado los efectos que se han presentado en los diferentes rasgos de la atención y la memoria, sin duda pueden pasar desapercibidos a simple vista en los procesos cognitivos más complejos de los cuales forma parte como son el aprendizaje, resolución inmediata de problemas simples y la comprensión del lenguaje, pero sin duda hay un efecto negativo para el desarrollo de estos en los niños que han sido estudiados, los cuales se verán probablemente en los siguientes años al presentar problemas de aprendizaje y es necesario conocer más acerca de los efectos hoy imperceptibles.

Se debe considerar que la comunidad también se encuentra contaminada al igual que los menores han acumulado tóxicos y esto genera que los habitantes se mantengan expuestos por años de manera latente, es decir los menores que han nacido años después de los niños objeto de este estudio se encuentran expuestos de igual forma.

A largo plazo sigue la pregunta en el aire, los efectos que se han determinado principalmente en control atencional y que son parte del daño a SNC, ¿Qué efectos tendrán a largo plazo? ¿Qué posibilidad hay de que se extienda a manifestaciones más claras y visibles como son problemas conductuales? Los cuales están asociados a exposición a plaguicidas.

Además se encuentra lo sostenido por Schettler (2001) de que cualquier patología cerebral incrementa el riesgo de abuso de sustancias, delincuencia, conducta criminal y suicidio, además se deben de contemplar los costos emocionales, sociales y económicos que impactan a la familia y a la sociedad en su conjunto dado que se deben generar programas para atender dichas problemáticas.

## LIMITACIONES

Dado que se trata de un estudio de caso, con características de exposición muy particulares, los resultados aquí obtenidos no podrán ser reproducidos en ningún otro lugar, y por tanto tampoco son susceptibles de generalización a otras poblaciones.

Debido a la exposición crónica y la vulnerabilidad en los niños es de esperarse cambios estructurales en el SNC, lo cual con este estudio no es posible detectar, por lo cuál una limitación en el presente estudio es no contar con estudios neurológicos más especializados, tales como potenciales evocados o electroencefalograma, lo cual ayudaría a determinar con exactitud si existe daño a nivel eléctrico y funcional en las neuronas y sobre todo en corteza cerebral y conocer la magnitud del daño.

Por otro lado considerando las mezclas complejas, existe poca responsabilidad sobre los tóxicos, dado que existen pocos estudios que demuestran la causalidad directa de los tóxicos individualmente sobre el humano y a nivel de varios compuestos mezclados, la evidencia se hace más reducida, sin embargo no se descarta sus efectos dentro del “daño silencioso”.

## SUGERENCIAS

Lo anterior subraya la necesidad de realizar estudios que controlen el efecto de todas las variables, lo cual permitiría obtener datos objetivos y confiables sobre el impacto que tiene la exposición de plaguicidas directamente en el funcionamiento de la atención y la memoria, así como de otras funciones cognoscitivas en los niños así como los efectos que pasan inadvertidos y reducir en la mayor medida posible el “daño silencioso”.

Por todo lo anterior es primordial e imperante evitar la exposición a plaguicidas a cualquier persona, pero sobre todo a niños, mujeres en edad reproductiva y embarazada así como a ancianos, dada su vulnerabilidad natural.

Es necesario difundir este tipo de información con la población expuesta, dado que como menciona Richael Carson (1960), el hecho de sufrir las consecuencias les da derecho de conocer, así se genera una consciencia social de la problemática y se podrán buscar e implementar medidas precautorias para evitar el uso y abuso de plaguicidas. No solo para la población que vive cerca de las fábricas, sino para la población que se ve expuesta en otros mucho ambientes sociales como son el campo, escuelas y otros ambientes urbanos contaminados por la fumigación que cada vez es una actividad más común.

Además se debe contemplar que dada la actividad económica de Juchitepec, principalmente agrícola y ganadera, no solo se expone a la población lugareña y de la región, sino a todo aquel que consume el producto de la región, dado que estos tóxicos se bioacumulan dentro de la cadena alimenticia.

Se debe exigir a organismos internacionales e instancias nacionales se consideren los riesgos que estas sustancias representan para la humanidad y que se incorporen como parte fundamental de las definiciones, manejo y uso de estos tóxicos.

Se propone buscar la interacción de diferentes actores sociales entre ellos la sociedad civil y los científicos para generar un mayor bienestar social. Anderson y Bogdan (2007) mencionan que la solución para este tipo de exposiciones es realmente discontinuar y parar el uso de estas sustancias. Lo cual es posible si

toma en cuenta los tratados internacionales que buscan eliminar muchas de estas sustancias.

Por otro lado se deben generar estudios científicos en el área de la salud para conocer más sobre los efectos de los tóxicos ambientales (no solo de plaguicidas), en animales de laboratorio y en el ser humano, pues la cantidad de tóxicos de que se tiene conocimiento es muy reducido y estos cada día se incrementan sin control, se vierten a la atmosfera sin consideración de ningún tipo, esto hace de muchas comunidades laboratorios con humanos como sujetos de experimentación.

## BIBLIOGRAFIA

1. Aranda E. (1990). Anamnesis, Psicología de la memoria y el olvido. México: Trillas.
2. Ardila A. y Moreno B. C. (1982). Aspectos biológicos de la memoria y el aprendizaje. México: Trillas.
3. Ardila A. y Ostrosky S. F. (1991). Diagnóstico de daño cerebral, enfoque neuropsicológico. México: Trillas.
4. Baddeley A. (1991). Memoria Humana. Teoría y práctica. España: McGraw Hill.
5. Barbero C. (1989). Pesticidas Agrícolas. España: Omega.
6. Benton A. R. (1986) Test de Retención Visual de Benton. (TEA Ediciones, Trad.) Madrid: Tea.
7. Bejarano G. F. (2002). La espiral del veneno, guía crítica ciudadana sobre plaguicidas. México: RAPAM.
8. Bell I., Baldwin C. M., y Schottenfeld R. S. (1999) Psychological sequelae of Hazardous materials exposures. En Jhon b. Sullivan, Jr. Clinical Environmental Health and Toxic Exposures. Second edition, USA. Lippincott William & Wilking.
9. Bermúdez R. F. y Prado R. A. (2001). Memoria, Dónde reside y como se forma. México: Trillas.
10. Butcher L.E.A., Pacheco R. C. C. y Tirado M. H. (2002). Plasticidad cerebral. En Téllez L. (Ed) Atención, aprendizaje y memoria (Aspectos psicobiológicos). México: Trillas.
11. Carson R. (2001). Primavera silenciosa. España: Dt. Critica. (Trabajo original publicado en 1960).
12. Casarett y Doull's. (2001). Tóxicology, the basic science of poisons. 6a edición, USA: Klaassen –Mc Graw-Hill, medical publishing division.
13. De León, R. J. A., Juárez H. M. G., Hernández C. J. y Domínguez G. A. D. (2008) Tóxicos ambientales y sus efectos de largo plazo. Visión de campo. En Mendoza P. N. (Ed.). Farmacología médica. México: Panamericana.
14. Diccionario de química y productos químicos. (1975). España: Ediciones Omega S. A.
15. Filley C. M. y Kelly J. P. (1999) Clinical neurotoxicology and Neurobehavioral toxicology. En Jhon b. Sullivan, Jr. Clinical Environmental Health and Toxic Exposures. Second edition, USA. Lippincott William & Wilking.
16. Fortuny L. A (1999) Neuropsychological evaluation of Toxic Exposures. En Jhon b. Sullivan, Jr. Clinical Environmental Health and Toxic Exposures. Second edition, USA. Lippincott William & Wilking.
17. García S. J. (1997). Psicología de la atención. Madrid, España: Síntesis Psicología.
18. Garza G. F. (2005). Hiperactividad y déficit de atención en niños y adultos. México: Trillas.
19. Goldfrank L. R., Flomenbaum N. E., Lewin N. A., Howland M. A., Hoffman R. S. y Nelson L. S. (2002). Tóxicologic emergencies. USA: Mc Graw Hills.
20. Kandel E.R., Schwartz J. H. y Jessell T.M. (2001). Principles of neural science. (Agu A. J. L., Trad.) México: McGraw Hill.

21. Keith T. D. y Foster Jr M. T. (1992). Drug therapy monitoring en handbook of instutional pharmacy practice. Editorial Brown TR. ASHP 273-278.
22. Ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente. (2007). México: Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
23. López S. C. y García S. J. (1997). Problemas de atención en el niño. Madrid: Pirámide.
24. Lozano G. A. (2003). Perfil neuropsicológico en adultos en proceso de alfabetización. (Tesis Licenciatura, Facultad de Psicología. UNAM). México: UNAM,
25. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. (1995). España: Masson.
26. Musen P. H., Coger J. J. y Kagan J. (1984). Aspectos esenciales del desarrollo de la personalidad en el niño. México: Trillas.
27. Ostrosky F., Gómez M. E., Matute E., Rosselli M., Ardila A., y Pineda D. (2003). Neuropsi atención y memoria 6 a 85 años. México: American Book Store.
28. Raven J. C. Test de Matrices Progresivas, para la medida de la capacidad intelectual. (Bernstein, J. Trad.) Buenos Aires: Paidos.
29. Rice P. (1997). Desarrollo humano. Estudio del ciclo vital. México; Prentice Hall Hispanoamericanas.
30. Ridruejo A. P., Medina L. J., y Rubio S. (1996). Psicología Medica. España: México, Mc Graw Hill, Interamericana.
31. Riechmann J. y Tickner J. (2002). El principio de precaución. Barcelona España: Icaria, más madera.
32. Schettler, T., Stein j., Reich F. y Valenti M. (2000). In Harm´s way: Toxic threats to Chile development. Greater Boston physicians for social responsibility.
33. Shaffer D. R. (1999). Psicología del desarrollo, infancia y adolescencia. México: Thomson editores.
34. Simental S. C. (1985). Agroquímicos insecticidas, acaricidas, ovidas y nemeticidas. Libro 1. México: Universidad de Guadalajara.
35. Simental S. C. (1989). Agroquímicos Herbicidas, libro 2. México: Universidad de Guadalajara.
36. Smirnov A. A., Rubinstein S. L., Leontiev A. N. y Tieplov B. M., (1960). Psicología. México: Grijalbo.
37. Sullivan J. B. y Krieger G. R. (2001). Clinical environmental health and toxic exposures. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
38. Téllez L. (2002) La Memoria. En Téllez L. (Ed) Atención, aprendizaje y memoria (Aspectos psicobiologicos). México:Trillas.
39. Téllez O. H. (2002) La Atención. En Téllez L. (Ed) Atención, aprendizaje y memoria (Aspectos psicobiologicos). México:Trillas.
40. Vélez G. A. E. (2002). Evaluación neuropsicológica de la atención, efecto de la edad y el sexo. (Tesis Licenciatura, Facultad de Psicología. UNAM) México, UNAM.
41. Weir D. y Schapiro M. (1981). Circulo del veneno, los plaguicidas y el hombre en un mundo ambiente. edit. Colecciones crónicas de nuestro tiempo.

## REFERENCIAS HEMEROGRAFICAS

1. Aboitz F. y Schöter C. G. (2005). Attention deficit and hyperactivity disorder: neurobiological issues towards a cognitive endophenotype model. Neuropsychiatry 43 (1), pp. 11-16.
2. Anderson M. y Bogdan G. (2007). Environments, Indoor Air Quality, and Children. Pediatrics Clinics North America 54, pp. 295–307.
3. Caban-Holt A., Mattingly M., Cooper G. y Schmitt, F. A. (2005). Neurodegenerative memory disorders: A potential role of environmental toxins. Neurologic Clinics. 23, Issue 2 (May). pp. 485–521.
4. Costa L. G., Aschner, M., Vitalone, A., Syversen T. y Porat O. S. (2004). Developmental neuropathology of environmental agents. Pharmacol. Toxicol. 44, pp. 87-110.
5. Eicher, T. y Avery, E. (2005). Toxic encephalopathies. Neurol Clin 23, pp. 353–376.
6. Evangelista D. A. M. (1997). *Neurotoxicidad y comportamiento del sistema nervioso* [Ensayo]. Ciencia Hoy, Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación. 7, 38.
7. Garry V. F. (2004). Pesticides and children. Toxicology & Applied Pharmacology. 198, Issue 2, p152, 12p.
8. Geller R. J., Rubin I. L., Nodvin J. T., Teague W. G. y Frumkin H. (2007). Safe and healthy school environments. Pediatr Clin N Am. 54, pp. 351–373.
9. Greydanus D. E., Pratt H. D. y Patel D. R. (2007). Attention deficit hyperactivity disorder across the lifespan: The child, adolescent, and adult. Dis Mon. 53; pp.70-131.
10. Guillette E., Meza M., Aquilar M., Soto A. D. y Garcia I. E. (1998). An Anthropological approach to evaluation of preschool children exposed to pesticides in Mexico. Environmental Health Perspectives. 106, Num. 6 Jun. pp. 347-353.
11. Hoffman H. E., Buka I. y Phillips S. (2007). Medical laboratory investigation of children's. Environmental Health Pediatrics Clinics North America 54, pp. 399–415.
12. Hussain J., Woolf A. D., Sandel M. y Shannon M. W. (2007). Environmental evaluation of a child with developmental disability. Pediatr Clin N Am. 54, pp. 47–62.
13. Kamel F. y Hoppin J., (2004). Association of pesticide exposure with neurologic dysfunction and disease. Environmental Health Perspectives. 112, Num. 9, June. pp. 950-958.
14. Karr C. J., Solomon G. y Brock-Utne A. C. (2007). Health effects of common home, lawn, and garden pesticides. Pediatr Clin N Am. 54, pp. 63–80.
15. Lanphear B., Vorhees C. y Bellinger D. (2005). Protecting children from environmental toxins. Plos Medicine 2, March, issue 3, pp. 203- 208.
16. Lessinger J. E. y Riley N. (1991). Neurotoxicities and behavioral changes in a 12 year old male exposed to dicofol an organochloride pesticide. Journal of toxicology and environmental health. 33, pp. 255-261.

17. Mearns J., Dunn J. y Lees- Haley P., (1994). Psychological effects of organophosphate pesticide: A review and call for research by psychologists. Journal of Clinical Psychology. 50 March, No. 2.
18. Moss S.B., Nair R., Vallarino A. y Wang S. (2007). Attention deficit hyperactivity disorder in adults. Prim Care Clin Office Pract, 34, pp. 445–473.
19. Otero G., Porcado R., Aguirre D. M. y Pedraza, M. (2000). Estudio neuroconductual en sujetos laboralmente expuestos a plaguicidas. Contaminación Ambiental. 16. pp. 67-74.
20. Ostrosky-Solis, F., Gómez P. M. E., Matute E., Rosselli M., Ardila A. y Pineda D. (2007). Neuropsi Attention and Memory: A neuropsychological test battery in Spanish with norms by age and educational level. Appl Neuropsychol. 14, (3) pp. 156-70.
21. Pratt H. D. y Greydanus D. E. (2007). Intellectual disability (mental retardation) in children and adolescents. Prim Care Clin Office Pract. 34, pp. 375–386.
22. Rusyniak D. E., Furbee R. B. y Pascuzzi R. (2005). Historical neurotoxins: what we have learned from toxins of the past about diseases of the present. Neurol Clin 23, pp. 337–352.
23. Schettler T. (2001). Toxic threats to neurologic development of children. Environmental Health Perspectives Supplements. 109, Suppl. 6 pp. 813-816.
24. Schmid C. y Rotenberg J. S. (2005). Neurodevelopmental Toxicology. Neurologic Clinics 23, Issue 2 (May) 321–336
25. Solomon G., Ogunseitán O. A. y Kirsch J. (2000). Pesticides and human health. A resource for health care professionals. Physicians for Social Responsibility y Californians for Pesticide Reform.
26. Zeitz R. P., Kakolewski K., Bove F. J. y Kaye W. E., (2004). Los efectos de salud de neurodesarrollo de periodo de la exposición de paration de metilo en niños de Misisipi y Ohio. Environmental Health Perspectives, 112,1, pp. 46-51.



## OTRA REFERENCIA

1. De León R, J, (2005, mayo) Trabajo de campo, Formuladora de plaguicidas en la comunidad de Juchitepec Mariano de Rivapalacio. Trabajo presentado en el Edificio de Investigación, Facultad de Medicina, Seminario departamental de farmacología

## REFERENCIAS DE INTERNET

1. *American Psychological Association*. (2007). Electronic media and URLs. Style Guide to Electronic References. <http://www.apastyle.org/electmedia.html> This guide is a revised and updated version of section 4.16 of the fifth edition of the Publication Manual of the American Psychological Association (2001, pp. 268–281). <http://books.apa.org/books.cfm?id=4200061>
2. *American Psychological Association*. (2007). Citations in Text of Electronic Material. Guide to Electronic References. <http://www.apastyle.org/electext.html>
3. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2005). Población Total por Municipio, Edad. Conteo Poblacional. México: INEGI. [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/datos/15/excel/cpv15\\_pob\\_2.xls](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/datos/15/excel/cpv15_pob_2.xls)
4. *Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México. (INFDM EDM) (2005.) Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de México, JUCHITEPEC*. México: Gobierno del Estado de México. [http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_mexico](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_mexico)
5. Organización de las Naciones Unidas. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): Nuestro Futuro Común <http://daccessdds.un.org/doc/RESOLUTION/GEN/NR0/521/06/IMG/NR052106.pdf?OpenElement>
6. Organización de las Naciones Unidas. (2005) Resolución Aprobada por la Asamblea General de Naciones Unidas. Aprobado el 24/10/2005. (Documento Final de la Cumbre Mundial) <http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N05/487/63/PDF/N0548763.pdf?OpenElement>
7. RAP-AL Uruguay (2007) Un nuevo informe de la OMS aborda la salud ambiental de niños. Ginebra, Julio. [http://webs.chasque.net/~rapaluy1/agrotóxicos/Prensa/Nuevo\\_Inofrme\\_OMS.html](http://webs.chasque.net/~rapaluy1/agrotóxicos/Prensa/Nuevo_Inofrme_OMS.html)
8. Quintana B. C. (2001). Conceptos asociados al riesgo industrial, Chile. Octubre. <http://www.cee-chile.org/estudios/quin01.htm>

## ANEXO 1

**Tabla 1.**-Niveles de precipitación en Juchitepec.

PRECIPITACIÓN	VOLUMEN
Media anual	799.0 mm
Año más seco	546.3 mm
Año más húmedo	1124.0 mm
Período lluvioso (5 meses)	631.9 mm
Período seco (7 meses)	167.6 mm

**Tabla 2.** Distribución de temperatura en Juchitepec.

TEMPERATURA	RANGOS
Anual	20° C - 23° C
Máxima	22° C - 29° C
Mínima	7° C - 1° C

**Tabla 3.** Uso de suelo en Juchitepec, en hectáreas.

TIPO DE USO	HECTAREAS.
Agrícola	11,534.84
Temporal	11,482.51
Riego	52.33
Sector pecuario	70.29
Intensivo	1.00
Extensivo	169.29
Sector forestal	2,971.89
Sector urbano	278.57

**Tabla 4. Industrias y micro industrias de Juchitepec.**

NÚM.	GIRO INDUSTRIAL
8	Herrerías
7	Talleres de Artículos de Plástico Inyectado
15	Industrias del vestido
4	Fábricas de Tabicón
1	Fábrica de Monumentos de Granito
2	Fábrica de Paletas y Helados
3	Fábrica de Suéteres
6	Carpinterías
5	Amasijos de Pan
15	Industrias de Transformación del Alimento
1	Fábrica de Juegos y Tubulares
9	Talleres de Costura
6	Reparadoras de Calzado
1	Molino forrajero y semillas
1	Embutidora de carne
3	Comercializadoras de granos y fertilizantes
1	Rastro de pollo
4	minas, 2 de arena, 2 de tezontle

**Tabla 6. Infraestructura educativa en Juchitepec.**

NIVEL	NUMERO
Preescolar	6
Primarias	7
Secundarias	2
Nivel medio superior (CBTIS	1
Escuela del Politécnico CICS (Centro Interdisciplinario Ciencias de la Salud)	1

**Tabla 7 Material predominante utilizado en la construcción de las casa**

MUROS	TECHO	PISO
40% de adobe	30% de teja	10% de terrado
10% ladrillo	60% de concreto	resto desde
50%, tabicón	10% lámina de cartón	cemento hasta mármol

**Tabla 9. Población total por grupo de edad en Juchitepec.**

POBLACIÓN TOTAL POR MUNICIPIO, EDAD DESPLEGADA Y GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD SEGÚN SEXO		POBLACIÓN	
Municipio, edad desplegada y grupos quinquenales de edad	Población total /1	Sexo	
		Hombres	Mujeres
<b>050 Juchitepec</b>	<b>21017</b>	<b>10341</b>	<b>10676</b>
0 - 4 años	2316	1194	1122
5 - 9 años	2252	1182	1070
10 - 14 años	2345	1171	1174
15 - 19 años	2151	1094	1057
20 - 24 años	1950	910	1040
25 - 29 años	1818	860	958
30 - 34 años	1691	807	884
35 - 39 años	1439	680	759
40 - 44 años	1177	570	607
45 - 49 años	974	458	516
50 - 54 años	681	335	346
55 - 59 años	542	271	271
60 - 64 años	448	228	220
65 - 69 años	355	170	185
70 - 74 años	294	143	151
75 - 79 años	230	108	122
80 - 84 años	120	49	71
85 - 89 años	56	23	33
90 - 94 años	19	12	7
95 - 99 años	17	6	11
100 años y más	1	0	1
No especificado	141	70	71

## ANEXO 2

### FORMATO 1

#### DATOS PARA PSICOEVALUACION EN NIÑOS

Los datos que nos proporciona son confidenciales y ayudarán a elaborar una mejor apreciación del desarrollo de su hijo, por lo que se solicita atentamente responda lo más sinceramente posible.

**Instrucciones:** Por favor lea detenidamente las preguntas anotando los datos que se solicitan o bien marque la opción que crea adecuada. Mz. # \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

#### IDENTIFICACIÓN

Nombre del niño: \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

CASA O RECADOS

Domicilio: \_\_\_\_\_

CALLE

NUMERO

BARRIO

ENTRE QUE CALLES

SEÑAL O REFERENCIA

#### ANTECEDENTES DEL EMBARAZO

El embarazo del hijo que se examina fue normal SI NO

Explicar la anormalidad: \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_ Peso : \_\_\_\_\_ Estatura \_\_\_\_\_

De cuantas meses fue su embarazo: \_\_\_\_\_

Ingirió medicamentos durante su embarazo: Si No ¿Cuáles?: \_\_\_\_\_

Ingirió alcohol, drogas o tabaco durante su embarazo: SI No Explicar \_\_\_\_\_

¿El parto fue normal?: SI NO Si la respuesta es NO. Favor de explicar: \_\_\_\_\_

¿Respiró y lloró al nacer? SI NO ¿Necesitó incubadora? SI NO

Explicar: \_\_\_\_\_

#### ENFERMEDADES DE SU HIJO

¿Su hijo es sano en lo general? SI NO

¿Qué desayuna?: \_\_\_\_\_

¿Qué come?: \_\_\_\_\_

¿Qué cena? \_\_\_\_\_

¿Qué enfermedades ha sufrido su hijo? Explicar solo las importantes \_\_\_\_\_

¿Se ha golpeado la cabeza y ha perdido el conocimiento? SI NO Explicar: \_\_\_\_\_

¿Alguna vez su hijo ha convulsionado? SI NO Explicar: \_\_\_\_\_

¿Ha notado que su hijo se quede como ido perdido, o distraído? \_\_\_\_\_

¿Su hijo va al campo? SI NO ¿Aplica plaguicidas? SI NO ¿Cuáles plaguicidas usa?: \_\_\_\_\_

## DESEMPEÑO ESCOLAR

¿Ha repetido año escolar? (si) (no) ¿Cuál? \_\_\_\_\_

Usted considera el desempeño escolar de su hijo:

Deficiente                      Suficiente                      Regular                      Bueno                      Excelente

¿Cuál fue promedio escolar de su hijo el año escolar pasado? \_\_\_\_\_

### ANTECEDENTES DE LOS PADRES

Nombre del **Padre**: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Ultimó grado escolar cursado: \_\_\_\_\_ Ocupación \_\_\_\_\_

¿Usa plaguicidas?: SI NO ¿Cuáles plaguicidas usa?: (ver listado anexo) \_\_\_\_\_

¿Ha padecido de alguna enfermedad importante? SI NO Explique cual y en que periodo de su vida \_\_\_\_\_

¿Ingiere alcohol? Marque la opción    Diario Cada 8 días    Solo en fiestas    Raramente

¿Llega a la embriaguez cuando toma? SI NO ¿Desde hace cuánto tiempo? \_\_\_\_\_

¿Fuma? ¿Cuántos cigarrillos fuma al día? SI NO ¿Desde hace cuánto tiempo? \_\_\_\_\_

Adicción a drogas/solventes: (Explique) \_\_\_\_\_

Nombre de la **Madre**: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Ultimó grado escolar cursado: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_

¿Ha padecido de alguna enfermedad importante? SI NO Explique cual y en que periodo de su vida \_\_\_\_\_

¿Ingiere alcohol? Marque la opción    Diario Cada 8 días    Solo en fiestas    Raramente

¿Llega a la embriaguez cuando toma? SI NO ¿Desde hace cuánto tiempo? \_\_\_\_\_

¿Fuma? ¿Cuántos cigarrillos fuma al día? SI NO ¿Desde hace cuánto tiempo? \_\_\_\_\_

Adicción a drogas/solventes: (Explique) \_\_\_\_\_

¿Cocina con estufa de leña?:	SI	NO
¿Usa carbón?:	SI	NO
¿Acostumbra quemar la basura?:	SI	NO
¿Quema basura de plaguicidas?:	SI	NO

Peso Actual: \_\_\_\_\_ Estatura Actual: \_\_\_\_\_ IMC \_\_\_\_\_

### Listado de Nombres Comerciales de Plaguicidas

- |                  |                 |                |                 |
|------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1.- Tamaron      | 11.- Ambush     | 21.- Matador   | 31.- Tordon     |
| 2.- Foley        | 12.- Disparo    | 22.- Folimat   | 32.- Hierbester |
| 3.- Folidol      | 13.- Agropull   | 23.- Lindano   | 33.- Captan     |
| 4.- Di-Syston    | 14.- Manzate    | 24.- Thiodan   | 34.- Aliet      |
| 5.- Paration     | 15.- Hierbamina | 25.- Thionex   | 35.- Karate     |
| 6.- Malation     | 16.- Maleza     | 26.- Agrimec   | 36.- Cupravit   |
| 7.- Diazinon     | 17.- Gramoxone  | 27.- Gesapax   | 37.- Lanate     |
| 8.- Nuvacron     | 18.- Furadan    | 28.- Lorsban   | 38.- Faena      |
| 9.- Clorpirifos  | 19.- DDT        | 29.- Ridomil   | 39.- Interfuran |
| 10.- Pentadragon | 20.- Mata todo  | 30.- Transquat | 40.- Otros      |