



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

## ÁREA DE LA SALUD HUMANA

### Carrera de Psicología Clínica

### TÍTULO

*“Evaluación de memoria en niños y niñas en edad escolar residentes en el Cantón Paquisha expuestos ambientalmente a contaminación por metales pesados”.*

*Tesis Previa a La  
Obtención Del Título De  
Psicólogo Clínico.*

***Autor: Rosa María Flores Robles.***

***Director: Dr. Santos Amable Bermeo Flores, Mg. Sc.***

**Tutor: Npsic. David Hernández Bonilla.**

**Loja-Ecuador**

**2015**

## CERTIFICACIÓN

Loja, 06 de agosto del 2015

Dr.

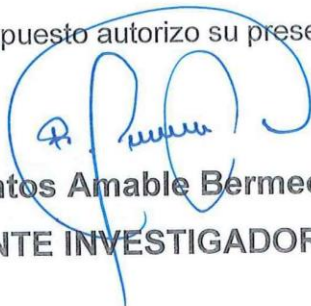
Santos Amable Bermeo Flores, Mg. Sc.

**DOCENTE INVESTIGADOR DEL ÁREA DE LA SALUD  
HUMANA DE LA “UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”**

### CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado y revisado determinadamente el proceso de elaboración y desarrollo de la tesis titulada: “EVALUACIÓN DE MEMORIA EN NIÑOS Y NIÑAS EN EDAD ESCOLAR RESIDENTES EN EL CANTÓN PAQUISHA EXPUESTOS AMBIENTALMENTE A CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS”, en el marco del proyecto institucional “EFECTOS NEUROCOGNITIVOS EN NIÑOS Y NIÑAS EN EDAD ESCOLAR RESIDENTES EN EL CANTÓN PAQUISHA RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN A METALES PESADOS”. Dicha investigación es autoría de la Señorita Rosa María Flores Robles, quien cumple con las exigencias de la investigación científica y de las normas vigentes de la Universidad Nacional de Loja.

Por lo expuesto autorizo su presentación y defensa.



**Dr. Santos Amable Bermeo Flores, Mg. Sc.**  
**DOCENTE INVESTIGADOR ASH**

## AUTORÍA

Yo, Rosa María Flores Robles declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Rosa María Flores Robles

Firma: 

Cedula: 1104782642

Fecha: 06 de agosto del2015

## **CARTA DE AUTORIZACIÓN.**

Yo, Rosa María Flores Robles, declaro ser autor de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DE MEMORIA EN NIÑOS Y NIÑAS EN EDAD ESCOLAR RESIDENTES EN EL CANTÓN PAQUISHA, EXPUESTOS AMBIENTALMENTE A CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS”**, como requisito para optar al grado de PSICÓLOGA CLÍNICA; autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestren al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 06 días del mes de Agosto, dos mil quince, firma el autor.

Firma:  \_\_\_\_\_

**Autor:** Rosa María Flores Robles

**Cedula:** 1104782642

**Dirección:** Paltas

**Correo electrónico:** chikis1226@hotmail.es

**Teléfono:** 2683597

**Celular:** 0997426649

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Directora de tesis:** Dr. Santos Amable Bermeo Flores, Mg. Sc.

**Tribunal de Grado:** Dra. Ana Catalina Puertas Azanza, Mg. Sc. (Presidenta)

Dra. María Susana González García, Mg, Sc.

Lic. Diego Segundo Andrade Mejía, Mg, Sc.

## DEDICATORÍA

La presente investigación va dedica de manera muy especial a mis padres Nicanor Flores y Carmen Robles, gracias por esfuerzo y apoyo me han brindado la oportunidad de educarme y llegar a ser una profesional.

A mi hijo Nicolás Misael que constituye una parte fundamental en vida, gracias mi tesorito por acompañarme en estos momentos.

Mis hermanos Cristian, Fernando, María; mis cuñadas, sobrino y sobrina que siempre están para apoyarme cuando se requiere.

Para todos ustedes les dedico con mucho amor la presente investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Loja y al Área de la Salud Humana por la formación académica y científica brindada, a mis Docentes por sus enseñanzas y conocimientos otorgados durante toda mi carrera profesional.

Un agradecimiento muy especial al Dr. Max González; Lic. María Sánchez; Npsic. David Hernández Bonilla y a mi Director de Tesis, Dr. Amable Bermeo por su dedicación paciencia, asesoramiento, y motivación ha logrado en mí que pueda terminar mi investigación con éxito.

A mis padres, hermanos y hermana por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre.

A mi familia y amigos. Gracias por su apoyo, ánimo y compañía.

a. **TÍTULO**

“EVALUACIÓN DE MEMORIA EN NIÑOS Y NIÑAS ESCOLARES  
RESIDENTES EN EL CANTÓN PAQUISHA EXPUESTOS AMBIENTALMENTE  
A METALES PESADOS”

## **b. RESUMEN**

Dada la afectación a la que conlleva la contaminación ambiental por metales pesados especialmente Mercurio, Manganeseo y Plomo en la actualidad se evidencia problemas a nivel cognitivo, por lo tanto la presente investigación se enfocó en la “EVALUACIÓN DE MEMORIA EN NIÑOS Y NIÑAS ESCOLARES RESIDENTES EN EL CANTÓN PAQUISHA EXPUESTO AMBIENTALMENTE A METALES PESADOS”, como también describir el desarrollo de la memoria en los niños y niñas en edad escolar del cantón Paquisha., describir la exposición a metales pesados: Hg, Mn y Pb en los niños escolares residentes en el cantón Paquisha., describir la relación que existe entre la exposición a metales pesados y el desarrollo de la memoria en los niños en edad escolar residentes en el cantón Paquisha., y proponer un plan de Intervención cognitiva para mejorar el desarrollo de la memoria de niños y niñas residentes del cantón Paquisha. Es un estudio de carácter transversal, el universo aplicado fue a 240 niños y niñas entre 7 a 12 años de edad, se utilizó California Verbal Learning Test-2 para determinar las alteraciones en la memoria. También se determinó los niveles de Manganeseo, Plomo y Mercurio. En los resultados y conclusiones de la investigación se observó una correlación estadísticamente significativa entre el incremento de los niveles de Mn, Hg y los subtest del California Verbal Learning Test; generando así déficits en la memoria de los niños participantes en la investigación. Para lo cual se recomienda la implementación de medidas preventivas para evitar la contaminación ambiental por el uso de metales pesados; realizar la atención médica pertinente a los escolares que presentan niveles elevados de metales pesados y para concluir se recomienda el desarrollo de la propuesta cognitiva PAI.

Palabras claves: memoria, metales pesados, California Verbal Learning Test, Plomo, Manganeseo y Mercurio, PAI.



## **SUMMARY**

Due to the affectation leaded by the environmental pollution nowadays, because of heavy metals especially mercury, manganese and lead, it is evidenced cognitive problems, therefore the present investigation is focused in "EVALUATION OF MEMORY IN SCHOOL CHILDREN LIVING IN THE PAQUISHA CANTON, ENVIRONMENTALLY EXPOSED TO HEAVY METALS". Also, to describe the development of memory in children in school age in the Paquisha Canton, describe the exposition to heavy metals: Hg, Mn, and Pb in the school children living in the Paquisha Canton, describe the relation that exists between the exposition to heavy metals and the development of memory in children who live in the Paquisha Canton. It is a cross-sectional study, the sample was 240 boys and girls, ages 7 – 12, it was used the California Verbal Learning Test-2 to determine the alterations in memory. It was also determined the levels of Manganese, Lead and Mercury. In the results and conclusions of the investigation it was observed a statistically significant correlation between the increase in the levels of Mn, Hg and the sub-test of the California Verbal Learning Test; generating thus deficit in memory in the participant children of the investigation. For which it is recommended the implementation of preventive measures to avoid the environmental pollution because of the use of metals; to carry out the appropriate medical attention to the school children that present high levels to conclude that it is recommended the development of a cognitive proposal PAI.

Keywords: memory, heavy metals, California Verbal Learning Test, Lead, Manganese and Mercury, PAI.

### **c. INTRODUCCIÓN**

La memoria es una función cerebral que interviene en todos los procesos de aprendizaje del ser humano, que permite codificar, almacenar y recuperar información pasada.

El proceso de la memoria consta de tres fases: la primera fase es la codificación que es la recepción, procesamiento y combinación de la información adquirida. La segunda fase de almacenamiento, que es la creación de un registro permanente de la información recibida. Y por última fase de recuperación, que es recordar la información almacenada en respuesta a una señal para usarla en una actividad determinada (Lapiente, Francisco Roman; Sanchez, Maria del Pino; Rabadan Parlo, 2012).

Estos procesos se ven afectados por múltiples factores como son: estado nutricional de las personas, coeficiente intelectual, nivel educativo y contaminación por metales pesados especialmente; Mercurio (Hg), Plomo (Pb) y Manganeso (Mn).

Actualmente en el Ecuador se practica dos tipos de minería; a cielo abierto y por túneles o socavones; entre los principales minerales explotados son: no metálicos y metálicos en estos últimos los principales mercurio, plata, plomo, manganeso, hierro, oro y cobre.

Los métodos utilizados en la extracción de estos minerales en su mayoría se realizan en forma artesanal sin ninguna protección lo cual está generando contaminación ambiental por metales pesados que de una u otra forma está repercutiendo en la salud especialmente en los grupos más vulnerables de la población como son los niños.

El Cantón Paquisha de la Provincia de Zamora Chinchipe, localizado en el sur del Ecuador, se caracteriza por su gran actividad minera (33.17%) (INEC, 2010) de tipo artesanal en donde se utiliza el Hg en el proceso de extracción del oro. Además en estudios exploratorios se ha encontrado contaminación

de Mn y Hg en las aguas y sedimentos que fluyen de los pozos de extracción y de los ríos del sector (Mora A. et. al., 2015).

Este tipo de contaminación ambiental genera efectos neurocognitivos especialmente en relación a la memoria en los niños escolares como lo documentan estudios realizados en zonas mineras de México (Torres-Agustín et al., 2013) .

En el Ecuador y particularmente en el Cantón Paquisha no existe estudios que demuestre la correlación entre las concentraciones de metales pesados Mn, Hg y Pb con la función superior de memoria motivo por el cual la presente investigación tiene como finalidad, Evaluar la capacidad de memoria en niños y niñas escolares residentes en el Cantón Paquisha expuestos ambientalmente a contaminación por metales pesados, en el marco del proyecto de investigación institucional Efectos Neurocognitivos en niñas y niños en edad escolar residentes en el Cantón Paquisha, relacionado con la exposición ambiental a metales pesados.

## **d. REVISIÓN LITERARIA.**

### **CAPÍTULO I**

#### **MEMORIA**

##### **1.1. DEFINICIÓN**

La memoria no sería un sistema unitario, sino una red de sistemas interactivos, cada uno capaz de registrar y almacenar información y hacerla disponible para su recuperación. Sin esta capacidad de almacenar información no podríamos percibir adecuadamente, aprender de nuestro pasado, comprender el presente o planificar para el futuro. Esta capacidad cognitiva se logra a través de los neurotransmisores los cuales generan los impulsos eléctricos para lograr la sinapsis de las neuronas, generando así la recuperación de la información almacenada en cada individuo (Lavilla Cerdán, 2011).

##### **1.2. PROCESOS DE LA MEMORIA.**

###### **Fuente de información: estímulo.**

Es la noción intuitiva que se refiere a la adquisición de nuevos conocimientos por medio de ver, escuchar u otros medios de percepción; esto genera en la persona. Hablamos de estímulo cuando realizamos experimentos y podemos controlar la fuente de información en forma de señales provenientes del mundo (Giner, 1983).

###### **Codificación de la información: consolidación y aprendizaje**

La incorporación de la información se debe al hecho de que otras funciones mentales como la atención, la emoción o el estrés tienen una relación estrecha y compleja; si los estímulos continúan siendo relevantes e interesantes, deliberadamente les prestamos atención en diversos grados hasta la inmersión total en el objeto, el estado idóneo para el aprendizaje cuando las zonas del cerebro implicadas en la atención se engarzan con las involucradas en el almacenamiento de la información (John Wiley & Sons, n.d.)

### **Almacenamiento de la información: huella.**

Es la retención de la información codificada de forma persistente. La organización de la información adquirida se realiza mediante esquemas, unidades estructuradas de conocimiento, formando así conjuntos de conocimientos (Marta Lupón, Aurora Torrents, n.d.).

### **Recuperación de la información: recuerdo y reconocimiento.**

Es la manera en la que las personas recuerdan la información almacenada para utilizarla en momentos adecuados.

Se distingue dos procesos cognitivos diferentes de recuperación de la información: el reconocimiento y la rememoración. Reconocimiento: es el recuerdo sensorial o perceptivo ante estímulos que ya fueron procesados o experimentados. Esto ocurre de manera automática y sumamente rápida mediante procesos de identificación y categorización específicos del tipo de procesamiento perceptual. En el caso del reconocimiento intervienen dos tipos de influencias de los sistemas cerebrales, pues por una parte el reconocimiento está guiado por los datos sensoriales, las características del estímulo y por otro está guiado por el contexto o por la historia del sistema en relación a ese estímulo, por la atención que se ponga en la escena y que varía según la tarea y por otras características ya no de los datos, sino por la arquitectura y la historia del sistema perceptivo involucrado.

Rememoración: es una búsqueda activa en los almacenes de la memoria de tal manera que se recupera algo aprendido sin necesidad de estímulos actuales. Sin embargo hay formas de rememorar que ocurren también ante ciertos estímulos (Díaz, 2009).

### **1.3. BASES NEUROLÓGICAS DE LA MEMORIA**

La memoria en el Sistema Nervioso Central (SNC) estaría distribuida, ya que no existe un único lugar en el que todas las memorias estén almacenadas globalmente. Para un acontecimiento concreto se almacenan en lugares específicos, especializados en el procesamiento y análisis de aspectos de la información.

En 1940 se realizó estudios mediante estimulación eléctrica de la corteza cerebral de pacientes intervenidos por epilepsia grave, se determinó distintas funciones como motora, sensorial y lenguaje. De manera ocasional se detectó lo que denominaron flash-back, los pacientes describían una recopilación coherente de las experiencias. Durante la estimulación del lóbulo temporal, en los cuales aparecían respuestas de los procesos de memoria o recuerdo (Ruiloba, 2003).

### **1.4. TIPOS DE MEMORIA.**

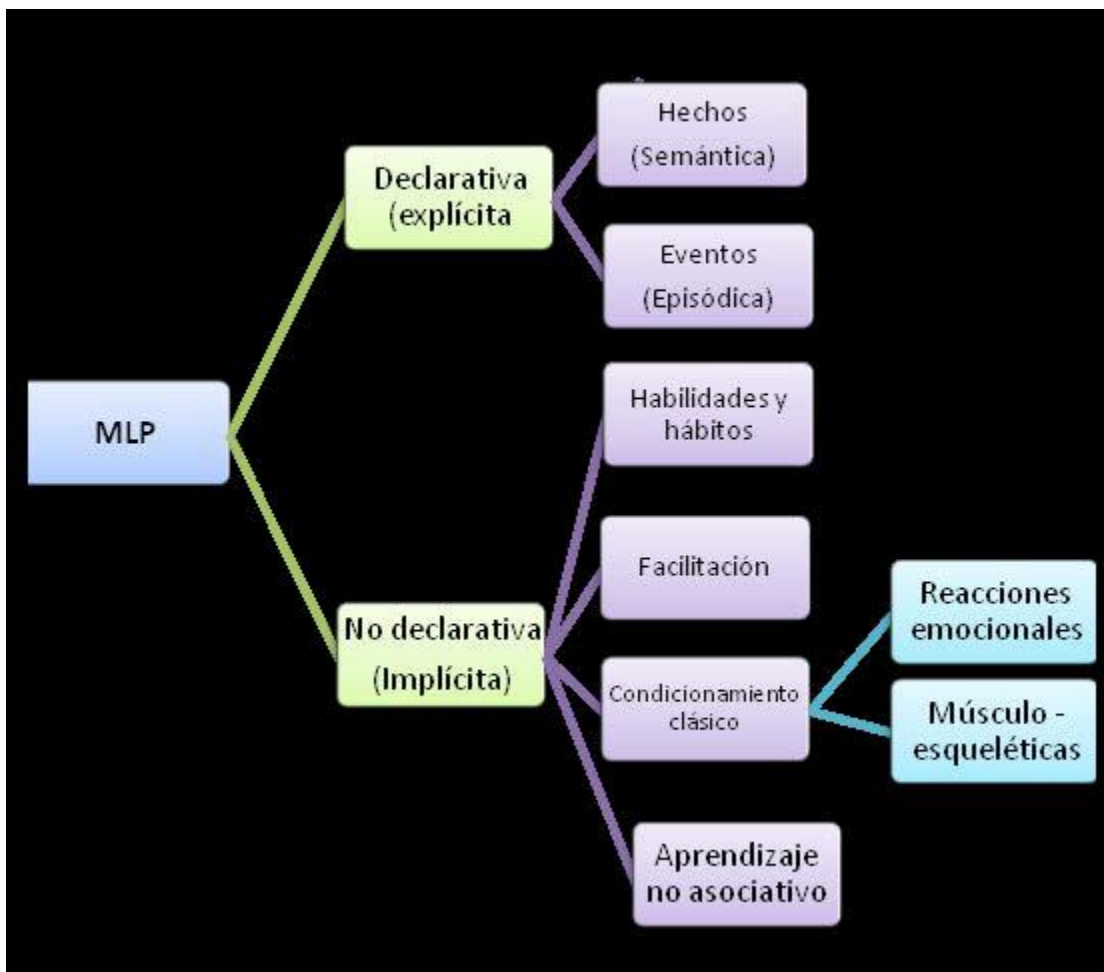
**Los registros sensoriales**, son almacenes de gran capacidad y duración muy limitada; retienen de una forma breve la información sensorial. La retención de la información adquirida por los registros sensoriales es por lo general menos de un segundo. Las memorias sensoriales más estudiadas son conocidas como memoria icónica y memoria ecoica. (Ballesteros, 1999)

**Memoria icónica**, almacén de memoria visual que tiene gran capacidad pero muy corta duración, en el que se registra información sensorial precategórica (Modelo, La, & Humana, n.d.)

**Memoria ecoica**, al menos puede mantener brevemente los primeros segmentos del estímulo auditivo hasta que el oyente haya tenido la oportunidad de recibir suficiente estimulación que le permita procesar y recordar lo que el hablante le está comunicando (Ballesteros, 1999).

**Memoria de corto plazo**, sistema de registro relativamente pasivo de información durante algunos segundos en repetición de dígitos, silabas sin sentido, palabras (Bermeosolo, 2012).

**Memoria de largo plazo**, no es un proceso unitario sino que por el contrario es un grupo de subsistemas, que responden al tipo de información que están recibiendo (Romero Bermudez & ndez Garzón, 2011). El esquema de clasificación de la memoria a largo plazo:



## 1.5. DESARROLLO DE LA MEMORIA EN LOS NIÑOS

La memoria se une indisolublemente a otros procesos cognitivos como: atención, percepción, categorización, esquematización, conciencia. El desarrollo de la memoria va unido al desarrollo cognitivo. Los estímulos sensoriales son codificados en los registros sensoriales, los procesos atencionales examinan esa información codificada, y una pequeña porción se

almacena en la memoria a corto plazo. Mediante procesos activos tales como: clasificación, ensayo la información de la memoria a corto plazo puede ser depositada en la memoria a largo plazo. Sin la intervención de estos procesos, esta información se deterioraría en 30 segundos e imposibilitaría su recuperación posterior.

El tener acceso a las representaciones almacenadas depende del recuerdo. Por tal razón la inhabilidad de los niños pequeños para recordar aspectos de una experiencia directa, puede significar que ésta nunca fue codificada por la inmadurez de las estrategias de recuperación (Sarlé & Sabaté, n.d.).

La etapa infantil se caracteriza por el desarrollo intenso de la capacidad de retención mental y reproducción. La memoria es de carácter involuntario, esto quiere decir que el niño no se plantea un objetivo consiente de recordar algo. La retención mental y la recordación incidental tienen lugar independientemente en la voluntad y la conciencia del niño. El niño retiene en la mente aquello hacia lo cual prestó su atención en la actividad, lo que produjo una impresión en él.

En los pequeños la retención mental involuntaria y la reproducción constituyen la única forma de trabajo de la memoria. Las formas voluntarias de retención mental y recordación se comienzan a formar en la edad mediana y se perfeccionan en los niños de edad mayor. Primero el niño distingue la tarea de recordar ya que enfrenta situaciones que implican precisamente la recordación. Segundo se da la reproducción de algo que ya se percibió con anterioridad; y por último la retención mental es el resultado de la experiencia de la recordación. (“Asociación Mundial de Educadores,” n.d.)

## **1.6. ALTERACIONES DE LA MEMORIA EN LOS NIÑOS**

**Confabulaciones** se la describe como una mentira honesta, en la cual los pacientes confabuladores proporcionan información personal falsa y en ocasiones contradictoria. Son falsas memorias dentro del contexto de recuperación de la información que a menudo tienen detalles falsos en su propio contexto (Pérez et al., 2012).



**Trastorno por déficit de atención con hiperactividad** se inicia en la edad infantil, se caracteriza por la impulsividad, actividad y atención no adecuada a la edad de desarrollo. Estos niños presentan dificultades para regular su comportamiento y ajustarse a las normas como consecuencia presenta dificultades en el ámbito familiar, escolar y con sus iguales; a menudo rinden por debajo de sus capacidades. El bajo rendimiento académico es debido, a las dificultades organizativas, de planificación, priorización, atención y precipitación de la respuesta que obedecen a las alteraciones de las funciones ejecutivas (memoria de trabajo e inhibición de la respuesta) propias del TDAH (Sanidad, n.d.).

**Agnosias** deficiencia en el reconocimiento de objetos presentados sensorialmente, la cual no puede reducirse a defectos sensoriales, deterioro mental, desórdenes de la conciencia, inatención o falta de familiaridad con el objeto y que es desproporcionada respecto del cuadro mental que pueda presentar el paciente (“Las agnosias,” 1977)

### **1.7. EFECTOS DE LOS METALES PESADOS EN LA MEMORIA**

Los metales pesados, son sustancias tóxicas que tienden a acumularse en los seres vivos, provocando alteraciones y en ocasiones la muerte.

Los niveles elevados de plomo, mercurio y manganeso con mayor predominio, en grupos de la población adulta que sobrepasan la mediana edad y han sufrido una exposición crónica a este metal pesado y también afecta con mayor intensidad a población menor de esa edad y que han sufrido una exposición aguda o a altas dosis. Genera que la memoria reciente y remota se encuentra mermada, así como la memoria visual, en la que se observa una dificultad para el recuerdo de figuras compleja este daño en la memoria persiste años después del momento de la exposición (Tostado Martín, 2014).

## 1.8. EVALUACIÓN DE LA MEMORIA

Para la valoración de la memoria existen múltiples test entre ellos tenemos las siguientes: (Soprano, 2003).

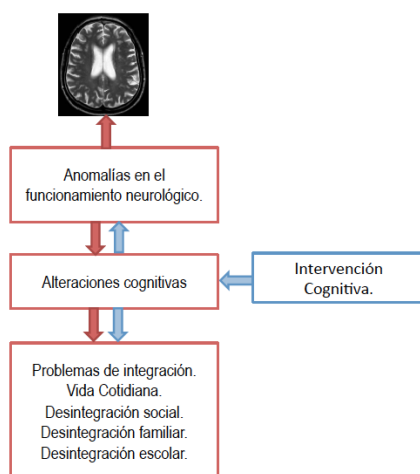
<b>TEST</b>	
Test Conductual de Memoria Rivermead para niños. (RBMT)	Evalúa los problemas cotidianos de memoria, utiliza ítems relacionados con la vida diaria. Es aplicable desde los 5 años hasta los 10 años y 11 meses.
Lista de 15 palabras de Rey.	Evalúa la capacidad de reconocimiento. Es aplicable desde los 6 años hasta adultos.
Visual aural digit span test. (VADS)	Evalúa la memoria auditiva, verbal y la integración intersensorial y extrasensorial. Posee baremos entre 6 y 12 años.
Figura Compleja de Rey.	Evalúa la organización, estilo, exactitud y errores. Tiene baremos de entre 5 y 15 años.
California Verbal Learning Test-2. (Cavlt-2)	Este test evalúa el desempeño de la memoria y el aprendizaje del niño a partir de escalas individuales, a través de un perfil de sus puntuaciones, revelando patrones de fortalezas y debilidades en la capacidad de memoria y aprendizaje.

## 1.9. TRATAMIENTO.

### Intervención cognitiva

Los déficits cognitivos asociados con alteraciones neurológicas deben ser objetivados, cuantificados y corregidos. Estos desempeñan un papel importante en la génesis de la discapacidad asociada a ellos. Su participación en la discapacidad intelectual o del lenguaje es a menudo más importante que las manifestaciones clínicas que constituyen el núcleo de estos trastornos. La intervención cognitiva permite el tratamiento de déficits cognitivos, a través del mejoramiento de funciones deficitarias por medio del desarrollo de nuevas estrategias cognitivas destinadas a superar estos déficits. Esta incluye diferentes procedimientos terapéuticos basados en ejercicios lúdicos dirigidos al entrenamiento de habilidades o al aprendizaje (46, 47). Por lo tanto la intervención cognitiva tiene por objetivo el mejoramiento del funcionamiento cognitivo, por medio del entrenamiento de funciones deficitarias, permitiendo a los niños desarrollar estrategias que les permitan aprovechar sus funciones residuales, mejorando la forma en la que se enfrentan a su vida cotidiana (ver Figura 2) (48, 49) . Este tipo de estrategias se han utilizado en la atención de niños con alteraciones de la atención, la memoria y el funcionamiento ejecutivo (49-52).

**Figura 1. Rol de la intervención cognitiva**



Estudios a nivel individual han reportado que el uso de programas de intervención cognitiva metodológicamente estructurados han mejorado el estado cognitivos de niños o adultos con problemas neurológicos, tras el uso

de este tipo de intervenciones se observa una mejoría a través de la reintegración social, escolar y familiar en un periodo de 6 a 8 meses de uso continuo de este tipo de intervenciones (48). Como ya se mencionó una de las necesidades sentidas que surgieron durante la fase 1 del proyecto CASITA es el mejorar la capacidad de aprendizaje de los niños, dada la asociación conocida entre exposición a Pb y efectos en el neurodesarrollo.

Considerando lo anteriormente expuesto se propone en Alpuyecá como intervención cognitiva para mejorar la capacidad de aprendizaje de los niños, en esta segunda fase del proyecto, la implementación del **Proyecto de Activación de las Inteligencias (PAI)** que es un proyecto educativo que fomenta el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas en los niños de edad escolar. El método utilizado en el PAI se basa en la construcción del conocimiento (metodología constructivista) y el diálogo juega un papel fundamental en este proceso, por ello el PAI plantea la conversión de la clase en un grupo de comunicación y debate con el fin de que los alumnos adquieran habilidades metacognitivas y avancen en el desarrollo de su persona(53).











### **Implementación del PAI.**

El PAI trabaja competencias y actitudes para el aprendizaje a través de 10 habilidades cognitivas (ver tabla 9) e incluye los siguientes dos objetivos:

Primer objetivo. Trabajar, las habilidades y aptitudes que se encuentran en la base de todo aprendizaje: percepción, atención, memoria, pensamiento, lenguaje, estructuración espacial, vivencia del tiempo, creatividad, matemática y conocimiento personal.

Segundo objetivo. Desarrollar en los niños y niñas la capacidad de aprender a aprender.

**Tabla 1. Habilidades cognitivas consideradas en el PAI**

Percepción		Atención		Memoria		Pensamiento		Conocimiento personal	
Estructuración espacial		Vivencia del tiempo		Matemática		Creatividad		Lenguaje	

En el PAI se utilizan libros para el alumno de primero a sexto grado de primaria, una guía para el maestro acompañada con un CD con actividades interactivas, una fonoteca y un fichero para la mediación docente, y una evaluación inicial, intermedia y final en línea de las habilidades que van desarrollando los alumnos a lo largo del ciclo escolar.

Cada nivel del PAI está integrado por 130 ejercicios, los cuales se encuentra agrupados en distintas series para cada una de las habilidades que se trabajan, cada serie está compuesta por cinco ejercicios los cuales van incrementando su nivel de complejidad, el número de series a trabajar para cada grado dependerá del nivel de desarrollo cognitivo esperado para el niño en ese grado escolar, en la tabla 10 se puede observar, a manera de ejemplo, como en el caso de la habilidad cognitiva de percepción la cantidad de series a realizar cambia conforme el grado escolar.

**Tabla 2. Organización de ejercicios por habilidad cognitiva y grado escolar.**

PAI 1º

Habilidad especialmente trabajada	Series	Fichas	a	b	c	d	e
 Percepción	1	9	31	60	108	134	
	2	11	29	76	104	130	
	3	32	53	69	102	128	
	4	34	55	78	95	122	
	5	37	54	82	93	120	

PAI 3º

Habilidad especialmente trabajada	Series	Fichas	a	b	c	d	e
 Percepción	10	7	24	62	87	115	
	11	13	28	65	90	117	
	12	20	44	75	103	129	
	13	31	55	80	104	130	

Para la ejecución de cada actividad el niño solo necesita materiales de uso cotidiano en sus actividades escolares (lápiz, colores, tijeras, etc).

La ejecución del PAI se llevará a cabo diariamente dentro del aula y como parte de las actividades académicas de los niños, en un periodo aproximado de 7 meses (septiembre del 2015 a junio 2016) y en un horario especialmente designado por el profesor, la ejecución dependerá de que tanto el maestro como sus alumnos desarrollen la metodología propuesta por el PAI (Tabla 11).

**Tabla 3. Metodología para la implementación del PAI**

Preparación	Preparación de la actividad	Ejecución de la actividad	Reflexión sobre la actividad	Evaluación
Profesor solo o en equipo	Alumnos con la mediación del profesor	Alumno solo o con los compañeros	Alumnos con la mediación del profesor	Profesor solo o en equipo
<ul style="list-style-type: none"> <li>Asimila <b>qué</b> se debe hacer (primer objetivo).</li> <li>Asimila <b>cómo</b> se debe hacer (segundo objetivo).</li> <li>Prepara la clase.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿<b>Qué</b> debo realizar en la actividad?</li> <li>¿<b>Cómo</b> debo realizarla?               <ul style="list-style-type: none"> <li>La planifico mentalmente.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizo lo <b>que</b> debo hacer tal <b>como</b> lo planifiqué.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Hice lo <b>que</b> se pedía?</li> <li>¿<b>Cómo</b> lo hice?               <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál fue la estrategia propuesta?</li> <li>El diálogo converge hacia la estrategia que interesa potenciar.</li> <li>Hacia una frase resumen.</li> <li>Transferirla a otros contextos.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evalúa la sesión:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Recoge la información sobre lo que se realizó y cómo se realizó.</li> <li>Es analizada.</li> <li>Se toman las decisiones oportunas.</li> </ul> </li> </ul>

La implementación de una actividad dentro del aula tendrá una duración aproximada de 45 minutos. En cada sesión el maestro solo realizará una actividad a la vez, respetando el orden de aparición propuesto en el manual del PAI, previo a la ejecución en el aula el profesor deberá preparar la actividad, esto le permitirá promover en sus alumnos la preparación ejecución y reflexión de su ejecución. No está de más señalar que el PAI adopta una forma lúdica, es decir, se presenta a manera de juego o reto, para que los niños se involucren de modo grato y voluntario; no como obligación o castigo (53). Todas las actividades tienen el mismo formato y están conformadas por los siguientes elementos (ver Figura 3):

- Autoevaluación.
- Campo afectivo.
- Habilidad
- Instrucciones de la actividad
- Desarrollo de la actividad.

## Figura 2. Formato de actividades

Cada ficha está conformada por los siguientes elementos:

### Autoevaluación.

Reflexiona cómo realizaste la actividad.

- ▲ Remarca un lado del triángulo si no lograste hacer la actividad o lo lograste poco.
- ▲ Remarca dos lados del triángulo si lograste realizarla pero aún te falta un poco más.
- ▲ Remarca tres lados del triángulo si lograste realizarla completamente.

Después de realizar las cuatro actividades de cada serie, te proponemos una ficha para que recapitules sobre los siguientes aspectos:

**Campo afectivo.** También trabajarás con emociones y sentimientos.

**Habilidad.** Indica la habilidad o aptitud principal que estás desarrollando.

**Instrucción de la actividad.** Lee muy bien cuál es la instrucción antes de iniciar la actividad.

**Desarrollo de la actividad.** Tal vez algunas actividades te parezcan difíciles y otras fáciles, es normal.



Memoria 1a

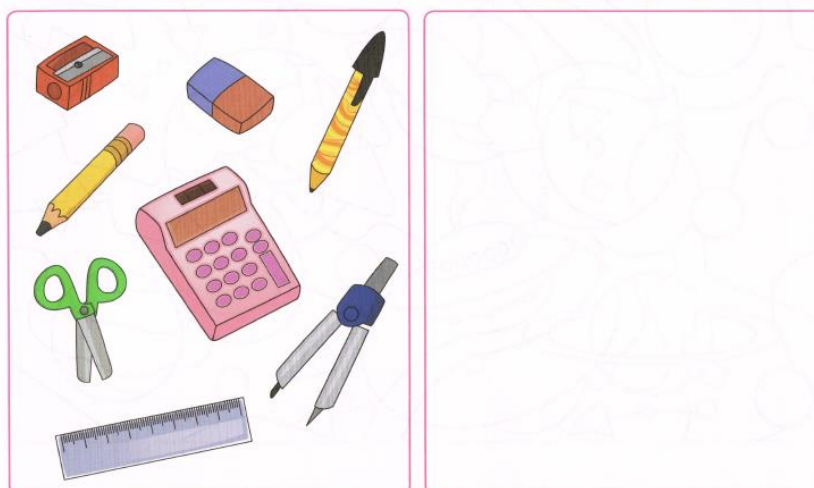


Fecha:



De ti aprendo.

- Observa los objetos. Dobra la hoja por la mitad de manera que no los veas. Dibújalos o escribe el nombre de los que recuerdes en el espacio en blanco.



Durante éste tiempo los niños y profesores tendrán supervisión por parte del equipo de investigadores una vez cada quince días para evaluar el nivel de avance en el proyecto y esclarecimiento de dudas acerca de la implementación de los ejercicios propuestos para la intervención cognitiva. Esta estrategia de supervisión permitirá la retroalimentación con todos los involucrados y la correcta implementación del PAI.

La finalidad del PAI es mejorar las habilidades cognitivas de los niños que trabajan con el, para poder evaluar esta mejora el PAI propone un sistema de evaluación integrado por una evaluación inicial, una autoevaluación, una evaluación continua y una evaluación final.

La evaluación inicial se aplica a los alumnos al inicio del ciclo escolar, el propósito de esta evaluación es de reconocimiento, de modo que se retomaran elementos estratégicos que se trabajarán a lo largo del ciclo escolar con el PAI como un apoyo para definir qué y cómo utilizar los recursos con los que cuenta el maestro para el desarrollo de cada actividad del PAI, aportando elementos para la comprensión de los procesos cognitivos de los alumnos, de sus fortalezas y áreas de oportunidad, lo que se traducirá en el diseño de rutas de asesoría o intervenciones específicas.

En la autoevaluación (ver Figura 3) el alumno se encarga de evaluar su ejecución asignándole un valor específico, a partir de algunos indicadores propuestos para cada actividad, el profesor solo se encarga de guiar este proceso para que el alumno valore su esfuerzo. De este modo, el niño podrá conocer mejor qué habilidades usa, cómo lo hace, ubicar sus aciertos y sus carencias, conocer otras formas de pensar; todo lo cual le permitirá superar dificultades, enriquecerse para mejorar lo que ya logra realizar, pero, sobre todo, mejorar la opinión que tiene de sí mismo y sentirse seguro para enfrentar los retos cotidianos -tanto en la escuela como fuera de ella-, de manera autónoma.

Durante la implementación del programa a lo largo del ciclo escolar el profesor hace un registro de los avances que sus alumnos van obteniendo con el uso del PAI, esto se realiza a través del registro de la autoevaluación que el alumno hace de sus ejecuciones, el profesor realiza el registro en una plataforma especialmente diseñada para este fin (<http://www.paipius-sm.com.mx/>).

El propósito de la evaluación final, es el reconocimiento de los logros obtenidos con cada alumno, en lo que respecta al desarrollo de las habilidades estratégicas y competencias metodológicas fundamentales para aprender a aprender. Tanto la evaluación inicial como la final se aplica por medio de ejercicios muy similares a los que se trabajan en el PAI, al final de cada ejercicio al niño se le realizan cuestionamientos específicos sobre su ejecución



dándole opciones de respuesta de las cuales el alumno deberá escoger la que considera que da respuesta a lo cuestionado.

## **CAPÍTULO II:**

### **CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS**

#### **INTRODUCCIÓN**

En el Ecuador la actividad minera es importante para el desarrollo económico, debido a la falta de conocimientos sobre las formas adecuadas de extracción de los minerales; los mineros realizan la minería artesanal sin cuidados adecuados para ellos y sus familias generando así problemas tanto físicos como neurocognitivos.

#### **2.1 PLOMO**

Metal suave, denso y dúctil. De color azul-grisáceo, lo encontramos en el ambiente de forma natural, está presente en las pinturas y gasolina. Así como en las actividades mineras y comerciales. Encontramos dos tipos de plomo: Plomo inorgánico.- se encuentra en pintura vieja, suelo, Plomo orgánico.- se encuentra en la gasolina.

Este metal puede contaminar el agua, comida y las bebidas; pero este contaminante no se ve, no se huele y no se puede detectar por el sentido del gusto (Tarragó, 2010).

##### **2.1.1. VÍAS DE EXPOSICIÓN**

Las fuentes de contaminación de este metal son: minas, refinerías, fundiciones, fábrica de baterías, trabajo en reparación de puentes, gasolineras, imprentas, tuberías, contenedores, latas, polvo, tierra, joyas y juguetes importados. Los adultos generalmente absorben el 20% de plomo. La mayor parte del plomo que ingresa al cuerpo es excretado a través de la orina o

heces. El plomo que no es excretado permanece en el organismo en tres compartimientos sangre, huesos y dientes los cuales contienen casi la totalidad del metal (Tarragó, 2010).

### **2.1.2. NIVELES PERMITIDOS EN EL ORGANISMO**

Los niveles permitidos en el ser humano son menores a 10  $\mu\text{g/dL}$  en sangre y en el ambiente no debe exceder a más de 1.5 microgramos por metro cúbico de ( $\mu\text{g/m}^3$ ) (ATSDR & 2007, n.d.).

### **2.1.3. DISTRIBUCIÓN EN EL AMBIENTE**

El Pb puede contaminar el agua, la comida y las bebidas, pero este contaminante no se ve, no se huele y no puede ser detectado por el sentido del gusto. Se puede encontrar plomo dentro de y en las cercanías de lugares de trabajo en los que se usen productos de plomo.

Hoy en día se puede encontrar el plomo en algunos productos comerciales, remedios caseros y cosméticos importados.

Se pueden encontrar concentraciones altas de plomo en suelo, aire y agua en lugares en donde haya habido (o haya) operaciones de compañías mineras o fundiciones (Tarragó, 2010).

### **2.1.4 MÉTODOS PARA MEDIR EL PLOMO**

Se puede medir el plomo en los dientes o en los huesos mediante radiografías, aunque estos métodos no son de rutina. Estas pruebas demuestran exposición prolongada al plomo. El método más usado para determinar exposición al plomo es medir la cantidad de plomo en la sangre. La exposición al plomo también puede evaluarse midiendo la cantidad de protoporfirina en los glóbulos rojos en muestras de sangre. La protoporfirina es un componente de los glóbulos rojos que aumenta cuando la cantidad de plomo en la sangre es alta (ATSDR & 2007, n.d.)

## **2.2 MERCURIO**

El Hg es un elemento que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre. Su presencia en el medio ambiente es el resultado de procesos naturales y de actividades humanas (Counter & Buchanan, 2004).

Sus tres formas químicas son: mercurio metálico, compuestos inorgánicos de mercurio (p. ej., cloruro mercurioso, cloruro mercúrico, acetato mercúrico y sulfuro de mercurio) y compuestos orgánicos de mercurio, que más comúnmente se encuentran bajo la forma de metilmercurio o etilmercurio [ATSDR 1999; Clarkson 2002].

### **2.2.1. VÍAS DE EXPOSICIÓN**

La exposición al mercurio se da por distintas rutas. Estas exposiciones ocurren por derrames o manipulación indebida del mercurio en hogares, escuelas y otros sitios. Si bien algunos instrumentos que contienen mercurio son cada vez menos comunes en los hogares, esta sustancia sigue siendo parte de artículos caseros como: termómetros, barómetros, termostatos, bombillas, interruptores de luz y reguladores de gas natural (Counter & Buchanan, 2004).

### **2.2.2. NIVELES PERMITIDOS EN EL ORGANISMO**

Una ingesta semanal tolerable para el mercurio de 5 µg/kg de peso corporal, y para metilmercurio de 1,6 µg/kg de peso corporal (ATSDR, 2013).

### **2.2.3. MÉTODOS PARA MEDIR EL MERCURIO**

Los métodos más utilizados para cuantificar el Hg en materiales biológicos y ambientales son las metodologías de apertura ácida y análisis por espectrometría de absorción atómica con vapor frío (CVAAS), espectrometría de absorción atómica con generación de hidratos (HG-AAS), espectrometría de absorción atómica con horno de grafito (GF-AAS), espectrometría de

fluorescencia atómica (AFS) y espectrometría de masa acoplado con plasma inducido (ICP-MS). Todas estas tecnologías tienen buena sensibilidad y permiten cuantificar el mercurio en niveles traza y ultratrazas. Sin embargo, la elección de estas metodologías y tecnologías involucra aspectos que abarcan desde el costo inicial de las herramientas espectroanalíticas, la cantidad de reactivos usadas en las etapas de apertura hasta los niveles de interferencias espectrales (ATSDR, 2012).

## **2.3. MANGANESO**

Es un elemento traza, natural y esencial para la salud humana. Se lo encuentra en el ambiente en forma de rocas, es de color plateado, no tiene ni olor, ni sabor. Se encuentra en el ambiente combinado con otras sustancias como el oxígeno, azufre y cloro (“Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades,” 2000).

### **2.3.1. VÍAS DE CONTAMINACIÓN**

Es un componente presente en el aire, agua, suelo y alimentos. El manganeso ingresa al organismo por inhalación, ingestión y en pocas cantidades por la piel los cuales se van a eliminar por las heces en pocos días sin llegar a la descomposición (“Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades,” 2000).

### **2.3.2. NIVELES PERMITIDOS**

Los rangos normales de niveles de Mn son aproximadamente 4-15  $\mu\text{g} / \text{L}$  en sangre, 1- 8  $\mu\text{g} / \text{L}$  en la orina, y 0,4 a 0,85  $\mu\text{g} / \text{L}$  en el suero (ATSDR, 2012).

### **2.3.3. MÉTODOS PARA MEDIR EL MANGANESO**

Existen varias pruebas para medir el Mn: sangre, orina, cabello y heces, debido a que generalmente el exceso de manganeso es eliminado del cuerpo dentro de unos días, es difícil detectar exposiciones pasadas con pruebas de laboratorio corrientes (ATSDR, 2012).

El examen de Imagen de Resonancia Magnética (MRI), puede detectar la presencia de cantidades elevadas de manganeso en el cerebro, este examen determina si las personas han acumulado en el cuerpo cantidades de manganeso más altas que lo normal. Se lo usa a menudo cuando una persona da señales graves de intoxicación con manganeso, como por ejemplo en el caso de manganismo, o en otras enfermedades que afectan el cerebro tales como la enfermedad de Parkinson o de Alzheimer (ATSDR, 2012).

## **CAPÍTULO III:**

**Proyecto “Efectos Neurocognitivos en Niñas y Niños en Edad Escolar residentes en el Cantón Paquisha, relacionados con la Exposición Ambiental a Metales Pesados” (Gonzalez et al., 2014).**

En el Ecuador existen diversas actividades mineras, las cuales han generado impactos ambientales como pérdida de biodiversidad, erosión de los suelos, cambios en el paisaje, destrucción de la cobertura vegetal, contaminación de los ríos y modificación de la topografía de las zonas de explotación. En la provincia de Zamora Chinchipe de acuerdo a información proporcionada por el INEC (2010), el 6,19 % de la población genera sus recursos económicos por medio de la actividad la minería; debido a la falta de información sobre el uso adecuado de los metales pesados, los mineros artesanales de oro liberan residuos que se descargan en las quebradas de la zona, la que desembocan en el río Nangaritzá; alrededor de estos ríos y quebradas se encuentran ubicadas poblaciones que podrían estar expuestas a los productos tóxicos liberados en estos procesos. Estos factores ambientales juegan un rol importante en la salud y bienestar de las personas en especial la

de los niños. Aproximadamente 50.000 niños mueren por la ingesta accidental o intencional de sustancias tóxicas; especialmente expuestos a Mercurio, Plomo y Manganeso. Los efectos del nivel elevado de Hg producen daños en el cerebro y riñones; los niveles superiores de Pb en niños acelera la maduración esquelética lo que podría predisponer a la osteoporosis a la edad adulta, aumenta la incidencia de caries dental; en el sistema endócrino se presentan cambios en las hormonas tiroideas y reproductivas de ambos sexos; hay disminución de los niveles de vitamina D, a los niños de una exposición prolongada produce apatía, irritabilidad, falta de concentración. Y los efectos producidos por el incremento de Mn producen inflamación en el sistema respiratorio el cual se manifiesta por tos, bronquitis y en ocasiones neumonía. Las altas concentraciones de Mn genera efectos neurológicos denominado “manganismo” que progresivamente comienza con síntomas leves como alteraciones en la marcha acompañada con debilidad, pesadez o rigidez de las piernas, anorexia, dolor muscular, temblor fino, dolor de cabeza y alteraciones psiquiátricas como nerviosismo, irritabilidad, apatía, aburrimiento, agresividad y destructividad con extraños actos compulsivos como la risa o llanto incontrolable.

En el Ecuador y especialmente en zonas de asentamientos mineros no existen estudios sobre los efectos neurológicos producidos por los metales pesados; por lo cual la prioridad del proyecto “EFECTOS NEUROCOGNITIVOS EN NIÑOS Y NIÑAS EN EDAD ESCOLAR RESIDENTES EN EL CANTÓN PAQUISHA, RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL A METALES PESADOS”; es investigar las alteraciones neurocognitivas en los niños y niñas residentes en estas zonas. Es necesario profundizar en el conocimiento de los procesos ambientales y los efectos con la interacción de la salud humana especialmente en niños. Los resultados de la investigación serán propicios para generar acuerdos colectivos para la ejecución de acciones pertinentes que incidan efectivamente sobre las problemáticas identificadas.

El objetivo general del proyecto fue: estimar los riesgos a la salud en los niños y niñas en edad escolar residentes del cantón Paquisha, relacionados con la exposición a contaminación ambiental por metales pesados generados por la actividad minera de esta zona; para cumplir con esto se planteó los

siguientes objetivos específicos: a) Identificar las formas de exposición a la contaminación ambiental, de los escolares del cantón Paquisha, b) Evaluar biomarcadores de metales pesados (Hg, Pb y Mn) en sangre y cabello en los escolares del cantón y c) Estudiar las funciones neurocognitivas de los niños en edad escolar del cantón Paquisha.

El estudio fue de carácter transversal dirigido a estudiar los efectos de los niveles elevados de metales pesados Hg, Mn y Pb y las manifestaciones neurocognitivas, el universo es escolares de entre 7 y 12 años de edad. Para realizar el estudio de los biomarcadores Hg en orina, Pb en sangre y Mn en cabello se analizarán por espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito. Para evaluar las funciones neurocognitivas se aplicara: (Wisc IV) funcionamiento cognitivo general; (Finger tapping test y Escala motora de Luria) funcionamiento cognitivo-motor; (Figura de rey Osterrieth) cognitivo-percepción y memoria; (Wisconsin Card Sorting test) cognitivo-función ejecutiva; (CAVLT-2) memoria.

La investigación “EVALUACIÓN DE MEMORIA EN NIÑOS Y NIÑAS RESIDENTES DEL CANTÓN PAQUISHA EXPUESTOS AMBIENTALMENTE A METALES PESADOS” fue trabajada como parte del objetivo específico b “Estudiar las funciones neurocognitivas de los niños en edad escolar del cantón Paquisha”. Utilizando el California Verbal Learning Test; para la evaluación de la función memoria en los niños residentes de estas zonas.

## **CARACTERIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE LA MINERÍA EN ECUADOR.**

En el Ecuador, las actividades mineras, han provocado algunos impactos ambientales como la pérdida de biodiversidad, erosión de los suelos, cambios en el paisaje, destrucción de la cobertura vegetal, contaminación de los ríos y modificación de la topografía de las zonas de explotación; lo que de alguna manera se constituye en una grave problemática en la salud de la población.

Las prácticas mineras artesanales en el Ecuador se realizan desde antes de la colonización española, actualmente algunos pueblos de la Sierra, Costa y Amazonía continúan lavando oro (Au) de manera tradicional. A partir de los años noventa surge la minería metálica a gran escala con la vigencia e

implementación de la Ley de Minería en 1991, lo que influyó en la llegada de empresas extranjeras al país y en la entrega de concesiones mineras, especialmente en la zonas Amazónicas de las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe en donde se encuentran los mayores yacimientos de metales (CEDHU, 2010).

En la provincia de Zamora Chinchipe de acuerdo a información proporcionada por el INEC (2010), el 6,19 % de la población tiene como rama de actividad la minería; en el cantón Paquisha este porcentaje se eleva a 33,17%, constituyéndose en el más alto promedio de la provincia; en este cantón la parroquia rural Nuevo Quito (en la que se encuentran las localidades de La Herradura, La Pangui y Congüime) tiene el más alto porcentaje (51,73%) seguida de Bellavista (rural) (8,51%) y Paquisha (urbana) (3,87%).

En un informe de monitoreo ambiental en las áreas mineras del sur del Ecuador, realizado a fines del siglo anterior, se establecen niveles de contaminación por metales como plomo y mercurio en zonas aledañas (Nambija) y de características similares a los sitios mineros de Paquisha (SES, 1999)

Los principales centros mineros artesanales liberan residuos que se descargan en las quebradas de la zona que luego de atravesar otras zonas mineras desembocan en el río Nangaritza; alrededor y en los márgenes de estos ríos y quebradas se encuentran ubicadas poblaciones que podrían estar expuestas a los productos tóxicos liberados en estos procesos.

La exposición a contaminantes producto de la actividad minera de La Herradura, La Pangui, Congüime y Paquisha, enfrentan a la población a riesgos en la salud que se agravan por la insalubridad del medio; si bien es cierto que se reconoce esta problemática, no se cuenta con suficientes datos sobre el impacto que está sufriendo la salud de la población en general, por lo que es prioritario disponer de mayor información sobre la dinámica de todo el proceso de la explotación minera, de tal manera que posibilite tanto a las personas y comunidades como a las organizaciones tomadoras de decisiones, mayores elementos para la adaptación de medidas encaminadas a proteger la salud y promover el bienestar de los habitantes de la zona.



Las formas de trabajo para extraer material y procesarlo permiten la liberación hacia el medio ambiente de productos potencialmente tóxicos para la salud humana, pero no se conoce en forma detallada las formas y niveles de exposición de la población, especialmente de los niños en edad escolar, a

dichos productos tóxicos; de igual manera, no se conoce los impactos en la salud del mencionado grupo poblacional.

Si bien es cierto la mayoría de la población trabaja en forma directa en la minería, su actividad específica podría diferir en las formas de exposición a los metales y consecuentemente en los riesgos y alteraciones en su salud; existe también un segmento de la población que aunque no esté directamente vinculada a los procesos de explotación minera tiene sus sitios de vivienda y trabajo cercanos a las posibles fuentes y rutas de exposición, desconociéndose igualmente las formas de exposición y los impactos en su salud.

Por otra parte es importante mencionar que los problemas de salud relacionados con las intoxicaciones por metales pesados en su mayoría se presentan en forma subclínica y por lo tanto no se pueden evidenciar en las estadísticas de los servicios de salud. (Gonzalez et al., 2014). Este estudio pretende evaluar la memoria de niñas y niños escolares residentes en el cantón Paquisha y su relación con la exposición a contaminación ambiental por metales pesados.

## **e. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **TIPO DE ESTUDIO**

#### **Universo**

Estudio transversal de niños en edad escolar residentes de las comunidades del cantón Paquisha; divididos en zonas según su nivel de exposición. Se considera a las comunidades de La Herradura-Chinapintza, Puerto Minero y Congüime como comunidades de alta exposición; a las comunidades de La Libertad, Nuevo Quito y Paquisha, como de moderada exposición; y a las comunidades de Carigan y Zalapa como de baja exposición.

#### **Muestra**

240 niños de edad escolar de entre 7 a 11 años de edad, residentes del cantón Paquisha. 89 niños son residentes de la zona de alta exposición, 81 niños para los de mediana exposición y 84 niños para los de baja exposición. Para la participación de los niños en este proyecto se convocó a juntas con los padres de familia para darles a conocer los objetivos del proyecto del cual se deriva esta tesis. Todos los padres de los niños que participaron firmaron un consentimiento informado en donde autorizaron la participación de sus hijos.

#### **Criterios de inclusión.**

Niñas y niños entre 7 a 11 años de edad.

Estar inscrito del segundo al sexto año de la educación primaria.

Residencia mínima de 6 meses en el cantón Paquisha.

#### **Criterios de exclusión.**

Niños que hayan presentado problemas psiquiátricos, neurológicos o algún tipo de discapacidad que afectara el desarrollo de la memoria o impidiera la realización de los test.

### **EVALUACIÓN DE LA MEMORIA Y EL APRENDIZAJE VERBAL.**

La evaluación de la memoria y el aprendizaje verbal se realizó dentro de los planteles escolares a los cuales asistían los niños, en un horario de 8 a 13

horas. Para tal efecto se acondicionó un aula, en donde tanto las condiciones de iluminación y ruido fueron optimas, y no interfirieron con el proceso.

Para la caracterización de la memoria se utilizó la siguiente prueba:

### **California Verbal Learning Test-2**

Este test tiene como objetivo evaluar el desempeño de la memoria y el aprendizaje del niño a partir de escalas individuales, a través de un perfil de sus puntuaciones, revelando patrones de fortalezas y debilidades en la capacidad de memoria y aprendizaje, se aplica a niños y adolescentes que son 6 años, 6 meses y 17 años, 11 meses de edad. La administración del Cavlt - 2 consiste en la siguiente secuencia:

1. La lista de aprendizaje de 16 palabras se lee al sujeto, quien recuerda que muchas de las palabras que él o ella pueda recordar. Este proceso se repitió cuatro veces más. Estas cinco presentaciones de la lista de aprendizaje comprenden los cinco ensayos de aprendizaje del Cavlt – 2.
2. Después de la finalización de los ensayos de aprendizaje, una lista de 16 palabras diferentes, la lista de interferencia, se lee al sujeto, entonces recuerda tantas palabras como sea posible a partir de esta lista. Este procedimiento representa el ensayo de interferencia.
3. Inmediatamente después de la retirada de la lista de la interferencia, el sujeto se les pidió que recordaran tantas palabras como sea posible de la lista de aprendizaje. Esto constituye la prueba de recuerdo inmediato.
4. Una vez transcurridos 15 a 20 minutos, el sujeto se le pide de nuevo para recordar tantas palabras como sea posible a partir de la lista de aprendizaje. Esto representa el juicio recuerdo diferido.
5. Tras el proceso de memoria diferida, la lista reconocimiento se lee al sujeto, una palabra a la vez. Esta lista incluye todas las palabras de la lista de aprendizaje, la mitad de las palabras en la lista de interferencia,
6. y ocho palabras no presentados anteriormente. el sujeto se le pide a reconocer.

## **EVALUACIÓN DE BIOMARCADORES DE EXPOSICIÓN**

### **MANGANESO.**

La determinación de Mn en el organismo se realizó por medio de la toma de muestras en cabello, el cual se obtuvo de la parte occipital del cráneo más cercana al cuero cabelludo. La toma y determinación de los niveles de Mn fue realizada por personal del laboratorio de análisis químico de la Universidad Nacional de Loja.

### **MERCURIO.**

La determinación de Hg en el organismo se realizó por medio de la toma de muestras de orina, la cual se obtuvo de la primera orina del día. La toma y determinación de los niveles de Hg fue realizada por personal del laboratorio de análisis químico de la Universidad Nacional de Loja.

### **PLOMO**

La determinación de Pb en el organismo se realizó por medio de la toma de muestras de sangre, la cual se obtuvo por venopunción de la parte dorsal del brazo no dominante. La toma y determinación de los niveles de Pb fue realizada por personal del laboratorio de análisis químico de la Universidad Nacional de Loja.

## f. RESULTADOS.

### Características sociodemográficas

En total participaron 254 niños y niñas, el 47% de la población eran niñas, la edad promedio de los niños fue de 9 años y con 4 años de escolaridad en promedio (Tb.1).

**Tabla 1.** Características Sociodemográficas de niñas y niños escolares del Cantón Paquisha expuestos ambientalmente a metales pesados, periodo 2013-2014.

Características Sociodemográficas.	Nivel de exposición.		
	Baja n=89	Media n=81	Alta n=84
% de niñas,	44,09	48,35	48,84
Edad (Media $\pm$ DE)	9,32 $\pm$ 1,25	9,32 $\pm$ 1,33	9,07 $\pm$ 1,55
Escolaridad (Media $\pm$ DE)	3,53 $\pm$ 1,15	4,19 $\pm$ 0,98*	3,97 $\pm$ 1,41

\*p< 0,05 Test Kruskal Wallis,

Fuente: Encuesta

Elaborado: Rosa María Flores Robles.

**Objetivo:** describir el desarrollo de la memoria en los niños y niñas en edad escolar del cantón Paquisha.

### **Cavlt-2.**

En la tabla 2 se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de exposición y todos los subtest de la prueba Cavlt-2, observándose las peores ejecuciones en los niños pertenecientes al grupo de alta exposición.

**Tabla 2.** Puntuaciones promedio de la prueba CAVLT-2 en niñas y niños escolares del Cantón Paquisha expuestos ambientalmente a metales pesados, periodo 2013-2014.

Test	Exposición a Metales pesados		
	Baja	Media	Alta
<b>CAVLT 2</b>			
Span de memoria inmediata, puntuación estándar. Mediana (P25-P75)	84(71-96)	83(71-97)	71(59-82)*
Nivel de aprendizaje, puntuación estándar. Mediana (P25-P75)	83,5(71-95)	83(71-97)	72(59-86)*
Prueba de interferencia, puntuación estándar. Mediana (P25-P75)	83(73-95)	82(73-93)	76(71-90)*
Prueba de evocación inmediata puntuación estándar. Mediana (P25-P75)	86(76-103)	92(69-104)	80(59-96)*
Prueba de evocación tardía puntuación estándar. Mediana (P25-P75)	91(80-99)	88(74-100)	81(61-92)*
Exactitud del reconocimiento. Mediana (P25-P75)	28(26-30)	28(26-29)	26(20-28)*
Total de intrusiones. Mediana (P25-P75)	7(3-12)	6(4-10)	7,5(5-20)*

\*p< 0.05 Test Kruskal Walllis.

Fuente: California Learning Verbal Test

Elaborado: Rosa María Flores Robles.

**Objetivo:** describir la relación que existe entre la exposición a metales pesados y el desarrollo de la memoria en los niños en edad escolar residentes en el cantón Paquisha.

Biomarcadores de exposición.

Existe una diferencia significativa entre los niveles de exposición de Hg, Mn y Pb entre todos los grupos de exposición. Con respecto al Hg se observa que los niños de grupo de alta exposición tiene 15 veces más Hg en orina que los de baja exposición. En el caso del Mn en cabello tiene 4 veces más Mn que los niños de baja exposición. Los niños de alta exposición tienen un nivel promedio de Pb en sangre de 2,64 µg/dL, este nivel es el doble del que se observa en el grupo tanto de baja como de mediana exposición.

**Tabla 3.** Niveles de Biomarcadores de exposición, en niñas y niños escolares del Cantón Paquisha expuestos ambientalmente a metales pesados, periodo 2013-2014.

Biomarcadores de Mn, Hg y Pb	Nivel de exposición a metales pesados		
	Baja n=89	Media n=81	Alta n=84
Hg en orina µg/g.creat (Media ± DE)	0,69± 0,51	1,43± 3,76	10,94±19,14*
Mn en cabello µg/g (Media ± DE)	1,77± 2,01	4,87±6,34	7,30±5,89*
Pb en sangre µg/dL (Media ± DE)	1,22±1,10	1,18±0,84	2,64± 3,25*

\*p< 0.05 Test Kruskal Walllis.

Fuente: Resultados de Laboratorio.

Elaborado: Rosa María Flores Robles

Correlación entre los biomarcadores de exposición y los subtest de la prueba Cavlt-2, en niñas y niños escolares del Cantón Paquisha expuestos ambientalmente a metales pesados, periodo 2013-2014.

Mn en cabello.

Se observa una correlación negativa significativa entre el incremento de niveles del Mn y el decremento de las puntuaciones estándar de los subtest de span de memoria inmediata, nivel de aprendizaje, prueba de interferencia, prueba de evocación inmediata, prueba de evocación tardía y exactitud del reconocimiento.

Pb en sangre.

No existe correlación significativa entre los niveles del Pb y los puntajes de los subtest de la prueba Cavlt-2.

Hg en orina.

Se observa una correlación negativa significativa en el incremento de niveles de Hg y el decremento de las puntuaciones estándar de los subtest de span de memoria inmediata, nivel de aprendizaje, prueba de evocación inmediata, prueba de evocación tardía y exactitud del reconocimiento. Existe una diferencia en la correlación positiva significativa del incremento de Hg y el aumento de intrusiones.



**Tabla 4.** Correlaciones de biomarcadores y prueba Cavlt-2

Test de Cavlt-2	Biomarcador		
	Mn	Pb	Hg
<b>CAVLT 2</b>			
Span de memoria inmediata, puntuación estándar.	-0,27*	-0,06	-0,11
Nivel de aprendizaje, puntuación estándar.	-0,24*	-0,08	-0,15*
Prueba de interferencia, puntuación estándar.	-0,2*	-0,01	0
Prueba de evocación inmediata puntuación estándar.	-0,18*	-0,02	-0,14*
Prueba de evocación tardía puntuación estándar.	-0,18*	-0,11	-0,08
Exactitud del reconocimiento.	-0,24*	-0,15	-0,22*
Total de intrusiones.	0,04	-0,01	0,16*

\*p< 0.05

Fuente: California Learning Verbal Test y Resultados de Laboratorio.

Elaborado: Rosa María Flores Robles.

## **g. DISCUSIÓN**

La memoria es una función superior compleja, la cual brinda una reseña al individuo permitiéndole organizar su vida de una forma cronológica y especialmente dándole orden y sentido a su propia biografía (Romero Bermudez & ndez Garzón, 2011). Sin embargo esta función se ve afectada por múltiples factores; uno de estos son los factores ambientales, como la exposición a metales pesados (Hg, Mn y Pb) producto de la explotación minera.

En un estudio realizado (Torres-Agustín et al., 2013) a 79 niños que viven en el distrito de Mn-minera Molango y 95 niños de una comunidad no expuestos en el mismo Estado de México, se evaluó la memoria a través del Auditivo Verbal Learning Test de los Niños (CAVLT). Se obtuvieron resultados en el Span de memoria inmediata 82.9 en el grupo de expuestos y de 89.7 en el grupo no expuesto; la prueba de nivel de aprendizaje en el grupo de expuestos 87.9 y 95.7 en el grupo no expuesto; en la prueba de evocación inmediata 92.5 en el grupo de expuestos y 98.2 en el grupo no expuesto; la prueba de evocación tardía 92.9 en el grupo de expuestos y 97.4 en el grupo no expuesto y la prueba de exactitud del reconocimiento 27.9 en el grupo de expuestos y 28.9 en el grupo no expuesto, resultados que muestran una diferencia significativa con valor  $p < 0.05$  entre el grupo de expuesto y el grupo de no expuesto. En el estudio realizado en los escolares de las escuelas del Cantón Paquisha se encontró que el test del Cavlt especialmente en el grupo de expuestos a contaminación ambiental por metales pesados producto de la actividad minera de la zona, presenta puntuaciones inferiores al estudio mencionado.

Una de las formas de identificar la presencia de metales pesados en los niños expuestos a la contaminación es a través del análisis de biomarcadores en sangre, cabello u orina, así lo demuestra el estudio realizado (Torres-Agustín et al., 2013) a 79 niños que viven en el distrito de Mn-minera Molango y 95 niños de una comunidad no expuestos en el mismo Estado de México, en donde se encontró valores de Mn en cabello 12.6( $\mu\text{g/g}$ ) en el grupo de expuestos y 0.6( $\mu\text{g/g}$ ) en el grupo no expuesto y

Pb en sangre 3.3( $\mu\text{g}/\text{dL}$ ) en el grupo de expuestos y 8.0( $\mu\text{g}/\text{dL}$ ) en el grupo no expuesto; resultados que muestran una diferencia significativa entre los dos grupos con un valor de  $p < 0.05$ . En el estudio realizado en el Cantón Paquisha se encontró que el Mn es mayor en el grupo de alta exposición resultado similar al estudio en la zona minera de México, con la particularidad de que la concentración es más baja (7,30 $\mu\text{g}$ ). Con respecto al Pb en la zona de estudio, la concentración es mayor en el grupo de expuestos, que resultó contradictorio con el grupo de comparación, puesto que en este la concentración de Pb fue mayor en los no expuestos.

En relación al mercurio en orina, en los grupos de escolares de las zonas expuestas (10,94  $\mu\text{g}/\text{g.creat}$ ) y en las no expuestas (0,64  $\mu\text{g}/\text{g.creat}$ ) los resultados encontrados evidencian marcadas diferencias en los dos grupos de estudio, con un nivel de significancia estadística de  $p < 0.05$ .

Los metales pesados afectan de manera particular a los niños en el desarrollo neurocognitivo, una de estas funciones es el aprendizaje y la memoria, así lo demuestra el estudio realizado (Torres-Agustín et al., 2013) en el distrito de México-Molango en donde encontró una correlación entre los niveles de Mn y la puntuación del Cavlt. Resultados similares a los encontrados en los escolares del Cantón Paquisha en donde existe una correlación negativa entre el Mn y la puntuación del Cavlt.

En el estudio también se encontró una correlación negativa entre los valores de Hg en orina con el test del Cavlt (Span de memoria inmediata, nivel de aprendizaje, prueba de evocación inmediata, prueba de evocación tardía y exactitud del reconocimiento), la misma que es estadísticamente significativa, valor de  $p < 0.05$ .

## **h. CONCLUSIONES**

En zonas de alta exposición la mayoría de los escolares presentan deterioro en sus capacidades de retención, codificación y almacenamiento de la información, que de alguna manera influye en el aprendizaje de los niños y niñas de la zona.

En relación a las concentraciones de biomarcadores es evidente la diferencia entre los dos grupos de estudio; así en el de alta exposición es 15 veces mayor los valores de Hg en orina, 4 veces mayor los valores de Mn en cabello y 2 veces más los valores de Pb en sangre.

En los escolares del Cantón Paquisha de la zona de alta exposición correspondiente a las localidades La Herradura, Puerto Minero-Chinapintza y Congüime, existe correlación negativa entre los valores de Mn, Hg y Pb con la puntuación del Cavlt. Así el decremento del span de memoria inmediata indica deficiencias en el funcionamiento de la memoria a corto plazo. Los bajos niveles del aprendizaje generan un déficit en la capacidad de almacenamiento de la información; los niveles bajos de la prueba de interferencia indican déficits en la flexibilidad cognitiva y habilidades de la memoria a corto plazo. El decremento de la prueba de evocación inmediata indica que un nuevo aprendizaje es vulnerable a la interferencia de la exposición a otros materiales. Las puntuaciones bajas de la prueba de evocación tardía indican déficits de recuperación de la información y niveles bajos de exactitud del reconocimiento indican dificultades en la codificación inicial de la información en la memoria a largo plazo.

## **i. RECOMENDACIONES**

Los resultados de la presente investigación evidencian una compleja problemática de la salud de los escolares, lo que amerita implementar medidas de prevención y control en forma urgente especialmente en este grupo vulnerable de la población ya que las repercusiones a futuro pueden ser graves. Por tal situación se recomienda impulsar las siguientes acciones de intervención:

- ✓ Implementación de medidas preventivas para evitar la contaminación ambiental por el uso de metales pesados, especialmente en los escolares residentes en el Cantón Paquisha en las localidades de explotación minera.
- ✓ Coordinación con las instituciones de salud locales y regionales para realizar la atención médica a los escolares que presentaron niveles elevados de biomarcadores en las zonas de estudio.
- ✓ Desarrollo de la propuesta cognitiva PAI en coordinación con el sector educativo, para mejorar el aprendizaje y la memoria de los escolares del Cantón Paquisha.

## **j. BIBLIOGRAFÍA**

- (ATSDR), A. para S. T. y el R. de E. (2012). División de Toxicología y Ciencias de la Salud ToxFAQs - Cromo, (Iii), 1–2.
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2000), 1–12. Retrieved from <http://www.atsdr.cdc.gov/es/>
- Asociacion Mundial de Educadores. (n.d.). Retrieved from <http://www.waece.com>
- ATSDR. (2012). TOXICOLOGICAL PROFILE FOR MANGANESE, (September).
- ATSDR. (2013). ADDENDUM TO THE TOXICOLOGICAL PROFILE FOR MERCURY, (March).
- ATSDR, & 2007. (n.d.). Resumen de Salud Pública Plomo Resumen de Salud Pública Plomo. Retrieved from <http://www.ntis.gov>
- Ballesteros, S. (1999). Memoria humana: investigación y teoría. *Psicothema*, 11(4), 705–723. Retrieved from <http://www.unioviado.net/reunido/index.php/PST/article/view/7499>
- Bermeosolo, J. (2012). Memoria de trabajo y memoria procedimental en las dificultades específicas del aprendizaje y del lenguaje : algunos hallazgos, 57–75.
- CEDHU. (2010). *INTERVENCIÓN MINERA A GRAN ESCALA EN ECUADOR Y VULNERACIÓN DE DERECHOS HUMANOS Caso Corriente Resources Inc. con. Ecuador.*
- Counter, S. A., & Buchanan, L. H. (2004). Mercury exposure in children: A review. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 198(2), 209–230. <http://doi.org/10.1016/j.taap.2003.11.032>
- Díaz, J. L. (2009). Persona, mente y memoria. *Salud Mental*, 32(6), 513–523.
- Giner, S. (1983). *El concepto de memoria primaria.*
- Gonzalez, M., Bermeo, A., Claudia, C., Sanchez, M., Hernandez, D., Riojas, H., & Menezes, A. (2014). Proyecto Efectos Neurocognitivos en Niñas y Niños en Edad Escolar residentes en el Cantón Paquisha, relacionados con la Exposición Ambiental a Metales Pesados.
- John Wiley & Sons, I. (n.d.). *Psicología Educativa Contemporánea.*

- Lapuente, Francisco Roman; Sanchez, Maria del Pino; Rabadan Parlo, M. J. (2012). Neuropsicología Memoria y Amnesias Tema 6. *Tratado de Neuropsicología Clínica*, 1–32.
- Las agnosias. (1977), 259–294.
- Lavilla Cerdán, L. (2011). La memoria en el proceso de enseñanza/aprendizaje. *PEDAGOGÍA MAGNA*, (11), 311–319. Retrieved from [www.pedagogiamagna.com](http://www.pedagogiamagna.com)
- Marta Lupón, Aurora Torrents, L. Q. (n.d.). Tema 4. procesos cognitivos básicos 4.1., 1–42. Retrieved from [www.psb.ua.es](http://www.psb.ua.es)
- Modelo, E. L., La, E. D. E., & Humana, M. (n.d.). *Psicología de la Memoria*, (Mmc).
- Pérez, F., Orozco, G., Galicia, M., Gómez, M., Ortega, L., García, N., & Pérez, H. (2012). Las Confabulaciones: más allá de un déficit mnésico. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 7(3), 134–140. <http://doi.org/10.5839/rcnp.2012.0703.07>
- Romero Bermudez, E. H., & ndez Garzón, N. A. (2011). umbral científico, 31. Retrieved from [umbralcientifico@umb.edu.co](mailto:umbralcientifico@umb.edu.co)
- Ruiloba, J. V. (2003). *Introducción a la psicopatología y la psiquiatría* (5th ed.).
- Sanidad, M. D. E. (n.d.). Guías de práctica clínica en el sns ministerio de sanidad, política social e igualdad.
- Sarlé, M., & Sabaté, N. (n.d.). El desarrollo de la atención, la percepción y la memoria.
- SES. (1999). *Monitoreo Ambiental de las Áreas Mineras en el Sur del Ecuador 1996-1998*. Vasa (1ra edicci). Quito: UCP PRODEMİNCA.
- Soprano, A. M. (2003). Técnicas para evaluar la memoria del niño. *Revista de Neurología*, 37(1), 35–43.
- Tarragó, O. (2010). Agencia Para El Registro De Sustancias Toxicas Y Enfermedades (Atsdr), 88.
- Torres-Agustín, R., Rodríguez-Agudelo, Y., Schilmann, a., Solís-Vivanco, R., Montes, S., Riojas-Rodríguez, H., ... Ríos, C. (2013). Effect of environmental manganese exposure on verbal learning and memory in Mexican children. *Environmental Research*, 121, 39–44. <http://doi.org/10.1016/j.envres.2012.10.007>
- Tostado Martín, E. (2014). Neurotoxicidad de los metales pesados: plomo, mercurio, aluminio. Retrieved from <http://uvadoc.uva.es:80/handle/10324/7188>

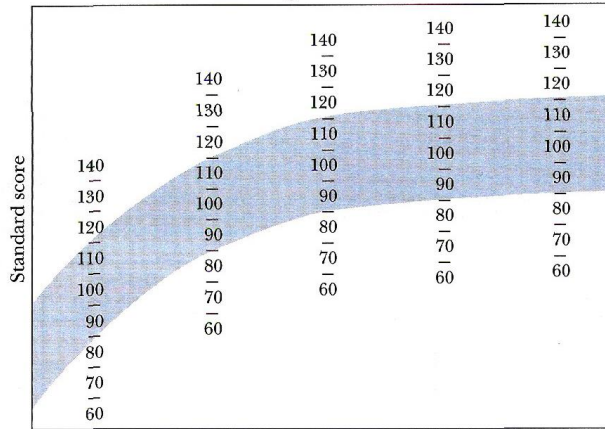






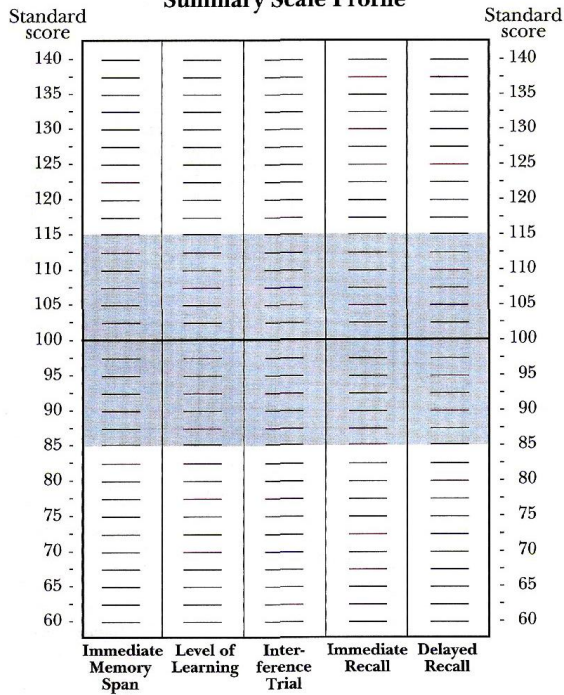


**Learning Curve Profile**



Learning Trial	1	2	3	4	5
Raw score	_____	_____	_____	_____	_____
Standard score	_____	_____	_____	_____	_____
Percentile rank	_____	_____	_____	_____	_____

**Summary Scale Profile**



	Recognition Accuracy	Total Intrusions
Raw score	_____	_____
>16 Percentile	_____	_____
≤16 Percentile	_____	_____

Normative Table \_\_\_\_\_

Raw score	_____	_____	_____	_____	_____
Standard score	_____	_____	_____	_____	_____
Percentile rank	_____	_____	_____	_____	_____



## FOTOS











## ÍNDICE

<b>Carátula.....</b>	<b>i</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>ii</b>
<b>Autoría.....</b>	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización.....</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>vi</b>
<b>a. Título.....</b>	<b>1</b>
<b>b. Resumen.....</b>	<b>2</b>
<b>    Summary.....</b>	
<b>c. Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>d. Revisión literaria.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO I: Memoria.</b>	
1.1. Definición.	
1.2. Procesos de la memoria.	
1.3. Bases neurológicas de la memoria.	
1.4. Tipos de memoria.	
1.5. Desarrollo de la memoria en los niños.	
1.6. Alteraciones de la memoria en los niños.	
1.7. Evaluación de la memoria.	
1.8. Tratamiento.	



## **CAPÍTULO II: METALES PESADOS.**

Introducción.

### **2.1. Plomo.**

2.1.1. Vías de exposición.

2.1.2. Distribución en el ambiente.

2.1.3. Niveles permitidos en el organismo.

2.1.4. Métodos para medir el plomo.

### **2.2. Mercurio.**

2.2.1. Vías de exposición.

2.2.2. Niveles permitidos en el organismo.

2.2.3. Métodos para medir el mercurio.

### **2.3. Manganeso.**

2.3.1. Vías de exposición.

2.3.2. Niveles permitidos en el organismo.

2.3.3. Métodos para medir el manganeso.

## **CAPÍTULO III:**

Proyecto “Efectos Neurocognitivos en Niñas y Niños en Edad Escolar residentes en el Cantón Paquisha, relacionados con la Exposición Ambiental a Metales Pesados”

<b>e. Materiales y métodos.....</b>	<b>27</b>
<b>f. Resultados.....</b>	<b>30</b>
<b>g. Discusión.....</b>	<b>35</b>
<b>h. Conclusiones.....</b>	<b>37</b>
<b>i. Recomendaciones.....</b>	<b>38</b>
<b>j. Bibliografía .....</b>	<b>39</b>
<b>k. Anexos.....</b>	<b>41</b>
<b>Índice.....</b>	<b>49</b>