



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA
PROGRAMAS MULTIDISCIPLINARIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS
AMBIENTALES

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES

MODELAJE DE LAS INTERACCIONES ENTRE EL
AMBIENTE, LA POBLACIÓN Y EL DESARROLLO
COGNITIVO

PRESENTA:

LIC. HECTOR ROJAS CALDERÓN

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. JAQUELINE CALDERÓN HERNÁNDEZ

ASESORES:

DR. GUILLERMO JAVIER CASTRO LARRAGOITIA

DR. OMAR SÁNCHEZ-ARMÁSS CAPELLO

San Luis Potosí, SLP

19 de enero de 2018

Dedicatoria

A Elena y mis padres Oralia y Héctor quienes con su amor y apoyo como respaldo logré presentar ésta tesis.

A la doctora Jaqueline, al doctor Omar y doctor Larragoitia por la confianza y el reto que representó el trabajo.

en fin
a todos los involucrados directamente o indirectamente en el desarrollo de ésta tesis.

Créditos Institucionales

Proyecto Realizado en:

**Centro de Investigación Aplicada en Ambiente y Salud
CIACYT**

**AGRADEZCO A CONACyT EL OTORGAMIENTO DE LA BECA-TESIS
Becario No. 334117**

**LA MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES DE LOS PROGRAMAS
MULTIDICIPLINARIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS
AMBIENTALES RECIBE APOYO ATRAVÉS DEL PROGRAMA
NACIONAL DE POSGRADOS DE CALIDAD (PNPC)**

Resumen

El cálculo de la carga de la enfermedad en el presente trabajo proporciona información sobre la presencia e interacción entre las desventajas sociales (marginación) así como la presencia de neurotóxicos como el Flúor y Plomo, configurando un espacio de riesgo para el desarrollo cognitivo que impacta en el coeficiente intelectual medido en tres investigaciones realizadas en el estado de San Luis Potosí, México. Los niños son una población vulnerable tanto por sus conductas propias de la edad como por el proceso de desarrollo en el que se encuentran.

Desde la década de los 90s la WHO ha estado trabajando en la publicación de la Carga Global de la Enfermedad, la cual recopila información para transformar la evidencia científica en unidades que permitan comparar diversas afecciones a la salud como son: los Años de Vida Ajustados por Discapacidad, Años Vividos con Discapacidad y Años de Vida Perdidos con el objetivo de generar información que facilite el diálogo entre científicos y los actores en la gestión y creación de políticas públicas en materia de salud que reconfiguren la priorización de afectaciones a la salud.

Palabras Clave:

Inteligencia, Desarrollo Cognitivo, Coeficiente Intelectual, Plomo, Flúor, Carga de la Enfermedad, Marginación



Índice general

Dedicatoria	III
Créditos Institucionales	IV
Resumen	V
Introducción	11
I	13
Desarrollo Cognitivo	14
Inteligencia	15
Teorías sobre la inteligencia	16
Coeficiente Intelectual	19
Escala Wechsler-IV	20
Clasificación Internacional de Enfermedades	21
Pautas para el Diagnóstico	22
Neurotóxicos	24
Flúor	25
Plomo	28
Discusión de la primera parte	32
II	35
Índice de Marginación	36
Concepto de Marginación	36
Dimensiones de la marginación	37
Carga de la Enfermedad	40
¿Qué es el Carga de la Enfermedad?	42
Años de Vida Ajustados Por Discapacidad	42
Evaluación Comparativa del Riesgo	42
Estimación de la Fracción Atribuible	44
Carga de la Enfermedad Atribuible	48
Discusión de la segunda parte	51



III	54
Planteamiento	55
Justificación	55
Objetivo General	56
Objetivos Específicos	56
Metodología	58
Población	58
Material	58
Coeficiente Intelectual	58
Nivel Socioeconómico	59
Nivel de Marginación	59
Plomo y Flúor	59
Riesgo Relativo	60
Fracción de Impacto y Carga atribuible	60
IV	61
Determinación de la Carga del CI Atribuible a Escenarios Ambientales y Socioeconómicos	62
Análisis Estadístico	62
Descriptivos	62
Modelos de Regresión Logística	64
Razón de Momios	65
Cálculo de la Carga del CI Atribuible a Escenarios	66
Discusión de Resultados	68
Análisis FODA	69
Fortalezas	69
Oportunidades	69
Debilidades	70
Amenazas	70
Conclusión	72
V Bibliografía	74
VI Tablas y Figuras	83
Base de Datos de 2012	84
Figuras	84
Tablas	92
Base de Datos de Integrada	98
Figuras	98
Tablas	107



Base de Datos con Neurotóxicos	110
Figuras	110
Tablas	121



Índice de tablas

1.	CIE-10 Clasificación	22
2.	(%) de Exceso de Casos de la Base de Datos 2012	93
3.	Regresión Logística a partir de Tablas de Contingencia de la Base de Datos 2012 Entre CI, Nivel Socioeconómico y Nivel de Marginación	93
4.	Regresión Logística a partir de Tablas de Contingencia de la Base de Datos 2012 Entre CI, Nivel Socioeconómico y Nivel de Marginación, Ajustados e Interacción	94
5.	Regresión Logística con datos directos de la Base de Datos 2012 para el CI, Nivel de Marginación y Socioeconómico	95
6.	ANOVA de las variables de las tablas de contingencia e interacción	95
7.	ANOVA entre los modelos ajustado y de interacción a partir de tablas de contingencia	96
8.	ANOVA de las variables y su interacción de la base de datos 2012	96
9.	ANOVA de los Modelos ajustado e interacción de la base de datos 2012	96
10.	Razón de Momios del Nivel de Marginación y Socioeconómico del Modelo de Tablas de Contingencia con Interacción	96
11.	Razón de Momios del Nivel de Marginación y Socioeconómico del Modelo Logístico con Interacción	97
12.	Resultados de la Fracción de Impacto y Carga Atribuible a la Marginación Alta de los YLD por un $CI \leq 79$	97
13.	(%) de Exceso de Casos de la Base de Datos Integrada	108
14.	Regresión Logística a partir de la Base de Datos Integrada Entre CI, Tipo de Zona y Nivel de Marginación	108
15.	ANOVA del Nivel de Marginación de la Base de Datos Integrada	109
16.	ANOVA del Tipo de Zona de la Base de Datos Integrada	109
17.	Razón de Momio del Nivel de Marginación del Modelo Lógico de la Base de Datos Integrada	109
18.	Razón de Momios del Tipo de Zona del Modelo Lógico de la Base de Datos Integrada	109
19.	Resultados de la Fracción de Impacto y Carga Atribuible de la Marginación y Zona de los YLD por un $CI \leq 89$	109
20.	(%) de Exceso de Casos de la Base de Datos con F y Pb	122
21.	Resultados del Modelo Logístico de CI con F y Pb logarítmicos y Categorizados	122
22.	Resultados del Modelo Logístico con F y Pb Categorizado y Nivel Marginación	123
23.	ANOVA de las variables Pb categorizado y Nivel de Marginación y su interacción	124
24.	ANOVA de las variables F categorizado y Nivel de Marginación y su interacción	124
25.	Razón de Momios de Pb y Nivel de Marginación con Interacción	124
26.	Razón de Momios de F y Nivel de Marginación con Interacción	124
27.	Resultados de la Fracción de Impacto y Carga Atribuible a Pb y F de los YLD por un $CI \leq 89$	124



Índice de figuras

1.	Procesos Cognitivos	15
2.	Localización de los Factores Neuropsicológicos y las Funciones Psicológicas Superiores [Morales Villegas, 2005]	15
3.	Efecto de un Neurotóxico en la población a través del tiempo [Grandjean y Landrigan, 2006]	24
4.	Efecto Neurotóxico en edad temprana [Grandjean y Landrigan, 2014]	25
5.	Toxicocinética del plomo.	29
6.	Modelo multicompartimental de distribución del plomo.	30
7.	Decremento del CI por ingesta de Flúor [Rocha-Amador, 2005]	33
8.	Marginación de Consejo Nacional de Población [2012]	37
9.	Esquema conceptual de la marginación Consejo Nacional de Población [2015b]	38
10.	San Luis Potosí: Grado de marginación por municipio, 2010 Consejo Nacional de Población [2012]	39
11.	Optimización y Seguimiento de la Salud Pública Ambiental [Charleston <i>et al.</i> , 2016]	42
12.	Enfoques del Modelo CAR	43
13.	Red Causal	43
14.	Red Causal de Flúor (Adaptación de la Propuesta por Lara-Rojas [2012]).	44
15.	Red Causal de Plomo [Kay <i>et al.</i> , 2000, Prüss-Üstün <i>et al.</i> , 2003, Fewtrell <i>et al.</i> , 2004].	44
16.	Scenario Based Approach	45
17.	Carga Atribuida y Evitable de Murray <i>et al.</i> [2003]	47
18.	Ranking de YLDs a Nivel Nacional	48
19.	Ranking de YLDs en SLP	49
20.	YLDs Atribuibles a la Discapacidad Intelectual	49
21.	Interpretación y Clasificación de la Curva Normal del CI	59
22.	Distribución del CI en la Base de Datos de 2012	85
23.	Distribución de CI por de Sitio de Muestreo de la Base de Datos 2012	86
24.	Distribución de $CI \leq 79$ por Zona de la Base de Datos 2012	87
25.	Distribución de $CI \leq 79$ por Nivel Socioeconómico de la Base de Datos 2012	88
26.	Distribución de $CI \leq 79$ por Nivel de Marginación de la Base de Datos 2012	89
27.	Distribución del $CI \leq 79$ por Nivel de Marginación y Socioeconómico de la Base de Datos 2012	90
28.	Probabilidad de un $CI \leq 79$ por Nivel de Marginación y Socioeconómico de la Base de Datos 2012	91
29.	Distribución del CI en la Base de Datos Integrada	99
30.	Distribución de $CI \leq 89$ por de Sitio de Muestreo de la Base de Datos Integrada	100
31.	Distribución de $CI \leq 89$ por Zona de la Base de Datos Integrada	101
32.	Distribución de $CI \leq 89$ por Nivel de Marginación de la Base de Datos Integrada	102
33.	Distribución del Nivel de Marginación por Zona en la Base de Datos Integrada	103
34.	Distribución del CI por Zona y Nivel de Marginación de la Base de Datos Integrada	104
35.	Probabilidad de $CI \leq 89$ por Nivel de Marginación de la Base de Datos Integrada	105



36.	Probabilidad de $CI \leq 89$ por Zona de la Base de Datos Integrada	106
37.	Distribución del Coeficiente Intelectual de la Base de Datos Integrada con Neuro- tóxicos	111
38.	Distribución de $\mu g/dL$ de Plomo en sangre de la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos	112
39.	Distribución de mg/L de Flúor en orina de la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos	113
40.	Distribución del $CI \leq 89$ por Nivel de Marginación Base de Datos Integrada con Neurotóxicos	114
41.	Distribución del $CI \leq 89$ por Nivel de Plomo Categorizado en la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos	115
42.	Distribución del $CI \leq 89$ por Nivel de Plomo Categorizado y Marginación en la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos	116
43.	Distribución del $CI \leq 89$ por Nivel de Flúor Categorizado en la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos	117
44.	Distribución del $CI \leq 89$ por Nivel de Flúor Categorizado y Marginación en la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos	118
45.	Probabilidad de un $CI \leq 89$ por Nivel de Marginación y Pb Categorizado	119
46.	Probabilidad de un $CI \leq 89$ por Nivel de Marginación y F Categorizado	120



Introducción

México carece de estadísticas confiables sobre la incidencia de bajo nivel de desarrollo cognitivo, esta situación evidencia que en materia de salud existe una atención jerarquizada basada en análisis epidemiológicos clásicos para decidir la prioridad de una enfermedad, utilizando grandes muestras para determinar tendencias en las relaciones entre el agente en cuestión y la condición de salud y así destinar recursos hacia programas de intervención, prevención y atención de aquellas que resulten más importantes, todo esto sin contextualizar el espacio socioambiental donde se desarrolla el sujeto.

Anualmente un gran número de agentes contaminantes liberados al ambiente por actividades industriales merman la calidad del mismo y la calidad de vida de la población marginal, la cual denota carencia en el ejercicio de justicia ambiental. Por ende, se vislumbran tres factores: dimensión espacial, que corresponde tanto a las condiciones marginales de la población como común denominador como a la exposición a tóxicos ambientales, presentes o no en el contexto de estudio; dimensión temporal, correspondiente al momento de desarrollo en el cual se ha expuesto el sujeto y duración de exposición; y finalmente la susceptibilidad individual, donde se encuentra conque individuos expuestos no presentan psicopatología.

Con lo anterior, es evidente la necesidad de implementar metodologías que integren los componentes que contribuyen a la salud, que evidencien escenarios de riesgo ambiental y vulnerabilidad social que inciden en la salud de los habitantes de dichas zonas así como la carga que tienen, las cuales posibiliten analizar factores socioeconómicos, demográficos y ambientales, resultando en la facilidad del diseño de estrategias y optimizar el uso de recursos para la modificación de dichas situaciones de riesgo ambiental y vulnerabilidad social.

León-Olea *et al.* [2012] plantean que en cuestión de contaminantes México carece de estudios sistemáticos de monitoreo que permitan saber el grado de contaminación tanto del ambiente como de la población, diversos estudios demuestran la neurotoxicidad, durante el desarrollo, hace falta legislación y acción por parte del gobierno ya que de las 21 sustancias listadas por el Convenio de Estocolmo, México no tiene la capacidad para medir nueve de ellas, y de las que es posible no existe un monitoreo efectivo, por ende, es difícil establecer el efecto real en la salud de la población y el ambiente.

Actualmente existen herramientas metodológicas que amplían el panorama epidemiológico, logrando subsanar algunos inconvenientes de la epidemiología clásica (como tamaño de muestra, contexto de la población, etc). Dichas herramientas creadas y aplicadas (mayormente) en países desarrollados, como la Carga Global de la Enfermedad desarrollada por la WHO, es de gran utilidad para medir la calidad de vida, la carga de un factor en cierta enfermedad, generar indicadores cuantitativos de las enfermedades que se originan por la exposición a riesgos ambientales [Lara-Rojas, 2012], así como la distribución geográfica



de la marginación y el riesgo de verse afectado, por lo tanto es menester comenzar a utilizar y experimentar con dicha herramienta e incrementar las perspectivas de los mismos problemas de salud pública que han sido o no estudiados con rigor en nuestro país, por lo cual resulta inconveniente seguir utilizando las herramientas de la epidemiología clásica y estadística frecuentista para el estudio fenómenos y factores que afectan la salud, indirecta o directamente.

Los estudios realizados en el Estado de San Luis Potosí sobre exposición a neurotóxicos y su relación con el coeficiente intelectual contienen los elementos necesarios para implementar herramientas y lograr un análisis que evidencie cómo los factores ambientales y socioeconómicos inciden en el desarrollo cognitivo de los infantes en escenarios que presentan exposición a neurotóxicos y marginación. Hasta este momento existe poca evidencia de la aplicación de la carga de la enfermedad como herramienta de análisis de la Discapacidad Intelectual y es prácticamente inexistente la aplicación de dicha herramienta para valorar la atribución que la marginación tiene en el desarrollo cognitivo de los infantes.



Parte I



Desarrollo Cognitivo

El desarrollo cognitivo hace referencia a los cambios y transformaciones que influyen durante la vida en los procesos cognitivos ([Figura 1](#)) que son indispensables para lograr la vida como la conocemos. Dentro de las propuestas más populares y aceptadas se encuentran los trabajos de Piaget en los cuales se describe la interpretación del infante sobre el mundo mientras que Vigotsky habla de la influencia de procesos sociales en la adquisición de habilidades, haciendo énfasis en el intelecto/inteligencia [Vygotsky, 1934, Rafael Linares, 2007]. Aunque ambos autores coinciden en que los seres humanos nacen con habilidades elementales (procesos cognitivos básicos), cuya funcionalidad y capacidad está en función de un óptimo desarrollo neuropsicológico haciendo hincapié en lo susceptible que es a las alteraciones que en el presente trabajo atañen a los neurotóxicos presentados anteriormente, sin embargo, las alteraciones en los procesos cognitivos básico generará un déficit en los procesos complejos como: la inteligencia, el pensamiento y el lenguaje. La [Figura 2](#) muestra la relación que existe entre el nivel biológico y sociocultural en el desarrollo de la cognición, al ser la estructura cerebral la base de la cognición una alteración en su desarrollo implicaría problemáticas en el funcionamiento del mecanismo psicofisiológico que terminaría por truncar el desarrollo de funciones psicológicas más complejas, por lo tanto la unificación de las propuestas de Piaget y Vigotsky no sólo son complementarias sino que obedecen a un orden en la ocurrencia de eventos para lograr el desarrollo del aparato cognitivo, siempre tomando en cuenta el punto en la vida del sujeto desde el cuál comenzará el análisis.

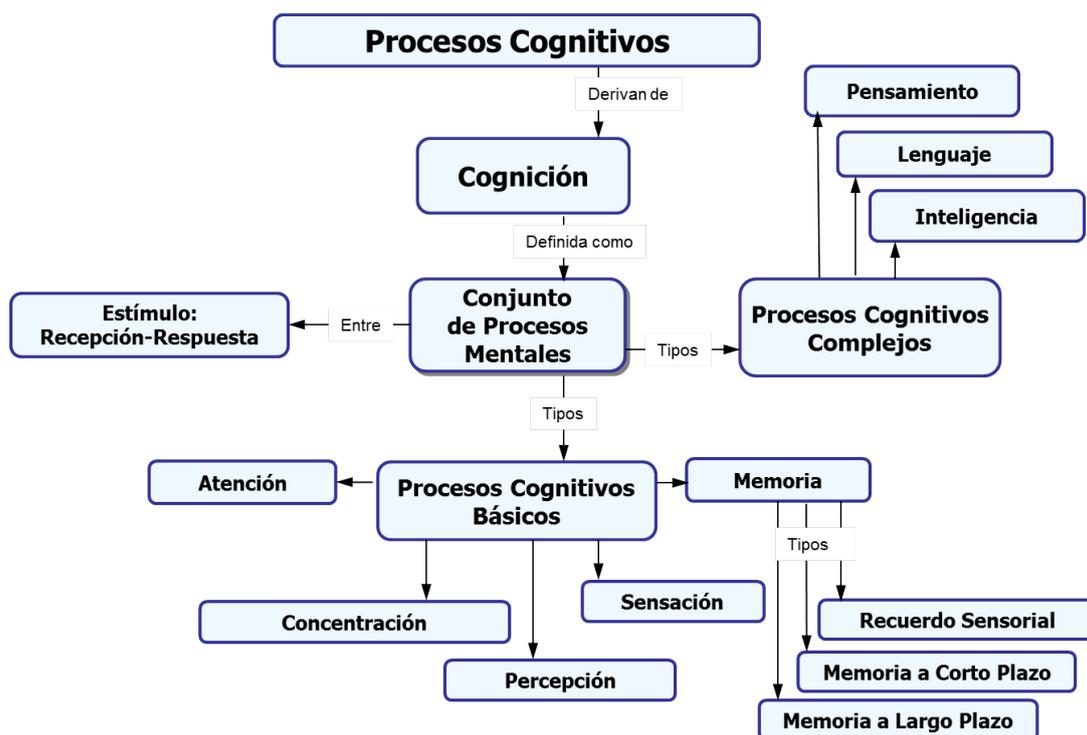


Figura 1: Procesos Cognitivos

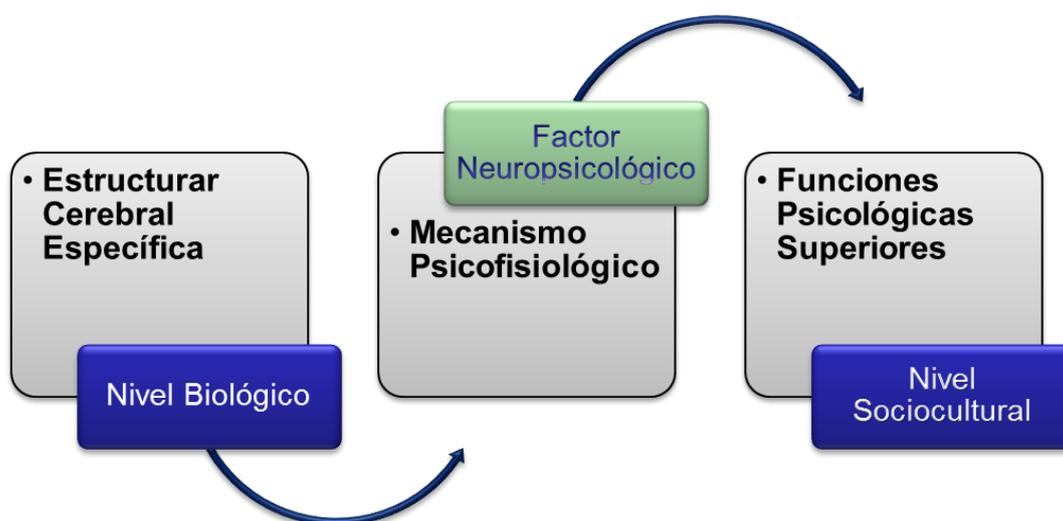


Figura 2: Localización de los Factores Neuropsicológicos y las Funciones Psicológicas Superiores [Morales Villegas, 2005]

Inteligencia

Al abordar el tema de la inteligencia, se encuentran varias dificultades: existen muchas definiciones acerca de ella y diferentes autores proponen cuáles son sus características.



Existen también variadas propuestas acerca de cuál es la forma de medirla y cuáles son los factores que la influyen, así como también existe diversas teorías acerca de cuál es la relación entre la inteligencia y otros rasgos psicológicos. Por lo anterior, es menester de este capítulo ofrecer un panorama sobre los estudios y definiciones acerca de la inteligencia, los factores que la afectan o influyen, así como una breve descripción de la prueba WISC-IV, la cual es una prueba reconocida para la evaluación de la capacidad intelectual, además de que ser el instrumento utilizado para determinar una aproximación del CI de los niños que participaron en los estudios realizados en San Luis Potosí.

Teorías sobre la inteligencia

A continuación se presenta una selección de autores junto con sus aportaciones al procurar aclarar, concretar y definir el concepto inteligencia. En la teoría bifactorial de Spearman, la inteligencia consiste en *la educación de relaciones y la educación de correlatos, es decir, la capacidad de cada individuo de establecer relaciones, desde la más simple hasta la más compleja* [Morales, 1990]. Spearman en 1927 aplicó varios tests mentales, observó que los coeficientes de correlación casi siempre eran positivos, formuló dos hipótesis, 1) las correlaciones positivas podrían ser reducidas a un pequeño conjunto de aptitudes independientes con localización cerebral específica, o 2) las correlaciones positivas podrían ser reducidas a un solo factor general subyacente (al cual llamó *factor g*) [Pérez y Medrano, 2013]. El factor g se ha correlacionado con ocupación, género, etnias, culturas, clases sociales etc., resultando en críticas y controversia hasta nuestros días [Ardila, 2010, Pérez y Medrano, 2013].

Adicionalmente a la capacidad de adaptación implícita en la inteligencia, Sternberg considera que comprende habilidades para resolver problemas y que éstas son diferentes en cada sujeto, es decir, Sternberg explica que existen diferencias observables entre sujetos al momento resolver problemas, aunque propone en 2003 la existencia de un patrón subyacente en el proceso de resolución de problemas [Pérez y Medrano, 2013]. Al respecto, Sternberg propone un modelo llamado *inteligencia exitosa*, la cual se define a partir de cuatro supuestos, a continuación descritos:

- Habilidad para conseguir objetivos en la vida dentro del contexto cultural confabulando con parámetros personales.
- Conocimiento de fortalezas y debilidades.
- Adaptación, modificación y selección de entornos favorables.
- Combinación de los tres tipos de inteligencia.

De esta manera Sternberg exclama que las diferencias de inteligencia entre los sujetos es resultado de la relación entre diversos procesos cognitivos.

Mientras transcurre el año 1999 la definición adquiere una tonalidad diferente gracias a Howard Gardner, quien expande el alcance de la inteligencia viéndola como la posibilidad de resolver problemas y crear productos en beneficio de la sociedad o bien una cultura determinada, como un potencial biopsicológico de procesamiento de información [Ardila, 2010, Pérez y Medrano, 2013].

Gardner propone que existen varios tipos de inteligencia, los cuales se describen a continuación [Ardila, 2010]:



- Lógico- matemática, concepción clásica de la inteligencia.
- Lingüística, capacidad de usar las palabras y conceptos verbales de manera apropiada.
- Musical, talento para reconocer y ejecutar melodías y armonías musicales.
- Espacial, capacidad para distinguir el espacio, las formas, figuras y sus relaciones en tres dimensiones.
- Interpersonal o social, capacidad de entender a los demás con empatía.
- Corporal-cinestésico, control y coordinación de los movimientos del cuerpo y expresar sentimiento por medio de esos movimientos.

La inteligencia no puede concebirse como unitaria proclamó Thurstone en 1938, quien resta importancia a la existencia de un factor general y valora aquellas capacidades o bien habilidades específicas, aseguró que la inteligencia está conformada por siete factores: espacial (S), numérica (N), comprensión verbal (V), fluidez verbal (W), perceptiva (P), memoria (M) y razonamiento (R). Es el primer modelo de aptitudes primarias independientes, siendo el primer crítico del factor g de la inteligencia [Baron, 1997, Pérez y Medrano, 2013].

En 1963 Catell diferenció ente inteligencia fluida e inteligencia cristalizada, señalando que la primera es la capacidad para resolver problemas aquí y ahora y considera que la segunda tiene relación directa con las capacidades almacenadas y asuntos similares [Ardila, 2010]. Durante 1985 Horn amplió la formulación inicial de Cattell, inserto factores de percepción visual, MCP, almacenamiento y recuperación a largo plazo, velocidad de procesamiento, procesamiento auditivo, razonamiento cuantitativo y habilidades de lectura y escritura [Pérez y Medrano, 2013].

El modelo teórico CHC (Cattel-Horn-Carroll) propone estructura jerárquica compuesta por una amplia gama de aptitudes específicas de nivel inferior o primer orden (stratum I), velocidad para acceder a las palabras, el reconocimiento de patrones, manipulación de imágenes o la capacidad de recordar un conjunto específico de símbolos o letras; Stratum II, explican las relaciones entre factores del primer nivel, conocimiento, razonamiento visoespacial, velocidad de procesamiento; Stratum III, aptitud de nivel superior, asociada al factor general como capacidad intelectual más general y básica a todas las funciones cognitivas [Ferreira *et al.*, 2012], actualmente esta teoría a diferencia de las teorías múltiples acoge el factor general y se observa semejanzas con la propuesta de Gardner [Pérez y Medrano, 2013].

David Wechsler considera que la inteligencia es el agregado o capacidad global del individuo para actuar propositivamente, para pensar racionalmente y para conducirse adecuada y eficientemente con su ambiente [Morales, 1990]. Según Wechsler la inteligencia no es la mera suma de habilidades y en ella hay que tener en cuenta los siguientes factores o aspectos:

- Los productos finales de la inteligencia no están solo en función del número de habilidades, sino también de la forma en que se combinan para operar, es decir, lo que él llama *su configuración*.
- Existen otros factores independientes de las habilidades intelectuales, que influyen en la conducta intelectual, como son los incentivos y los impulsos o motivaciones intencionales, etc.



- El hecho de que en ciertas tareas se exija una mayor *cantidad* de habilidad intelectual específica no implica un *aumento* en la efectividad o eficiencia de la conducta intelectual como un total.

Morales [1990] señala, que Thorndike propone que las habilidades son producciones mentales ordenadas en diferentes clases o tipos de operaciones:

- Inteligencia abstracta o verbal, mediante el manejo fundamental de símbolos.
- Inteligencia práctica. Por medio de la manipulación de objetos.
- Inteligencia social, facilitadora de las confrontaciones con los seres humanos.

Existe una tendencia sobre modelos jerárquicos, reconociendo la importancia de un factor general de inteligencia pero asumiendo que este no explica la variabilidad de la inteligencia, este se complementa con aptitudes generales y habilidades relacionadas [Pérez y Medrano, 2013].

El concepto Piagetiano de la inteligencia se encuentra dentro de las teorías estructurales, ya que el desarrollo cognoscitivo está íntimamente relacionado con el desarrollo de las estructuras biológicas, existe una persistencia continua en el infante por adaptarse al medio ambiente, paralelamente se desarrollan las estructuras pre-programadas, el desarrollo de estas surgen de la interacción entre la experiencia y la maduración. Para Piaget el niño atraviesa cierto número de etapas hasta alcanzar la madurez en su inteligencia, resultado de la interacción con el medio como se mencionó anteriormente, en su modelo biológico la maduración regula el desarrollo de las funciones cognoscitivas, pero el crecimiento se torna escueto cuando en el ambiente carece de estimulación favorable. A continuación se describen los estadios de la inteligencia propuestos en la teoría piagetana [Ardila, 2010, Baron, 1997, Ginsburg y Opper, 1977]:

- Sensorio-motor, nacimiento a los 2 años, inteligencia irreflexiva, práctica que percibe y actúa, predominio de las acciones sensoriales y motoras que devienen en hábitos. La realidad exterior se procesa mediante esquemas sensoriomotrices al tiempo que estos se acomodan a la realidad.
- Pre-operacional, de los 2 años a los 7, se comienza a dar sentido al mundo mediante la generación de estructuras de conocimiento. Se observa un progreso en la capacidad de comunicación.
- Operaciones concretas, entre los 7 y 12 años, objetivación del pensamiento.
- Operaciones formales, a partir de los 12 años, capacidad de prescindir del contenido concreto, combinar y coordinar diferentes operaciones mentales ya que se adquiere la madurez formal.

Para los propuestos de este proyecto se toma como bastión la siguiente definición de inteligencia:

Conjunto de habilidades cognitivas y conductuales que permite la adaptación eficiente al ambiente físico y social. Incluye la capacidad de resolver problemas, planear, pensar de manera abstracta, comprender ideas complejas, aprender de la experiencia. No se identifica con conocimientos específicos ni con habilidades específicas sino que se trata de habilidad



cognitiva general, de la cual forman parte las capacidades específicas.[Ardila, 2010].

Ésta definición aglutina un amplio espectro de conceptos relacionados con el proceso de la inteligencia, sus factores y características. La discusión sobre ¿Qué es inteligencia? se encuentra aún en desarrollo y lejos de resolverse, está aún por definirse, por ejemplo, Gardner durante la década de los noventa realizó fuertes críticas al enfoque derivado de test psicológicos, afirmó que esta perspectiva es refutable debido a que el CI, no es un indicador suficiente para explicar las conductas inteligentes [Pérez y Medrano, 2013]; sin duda existe una larga tradición psicométrica que investiga la inteligencia, la cual pretende enfocarse en un solo factor general, mientras que denomina como talentos aquellas habilidades sensoriales, motoras o relacionadas con la personalidad ya que se encuentran pobremente relacionadas con el factor g de la inteligencia, en la actualidad se reconoce la importancia de este factor pero debe ser complementado con aptitudes generales y habilidades, más específicas relacionadas. En cuestión de educación el enfoque psicométrico ha servido para proporcionar ambientes más adecuados para el desarrollo de habilidades potenciales, la crítica principal es el señalamiento de las expectativas altas y bajas con las cuales son marcados los individuos, dicha marca se encuentra matizada con repercusiones negativas en niños y adolescentes[Ardila, 2010]. Actualmente la asimilación de la inteligencia se circunscribe en tres líneas: procesos que conciernen al comportamiento tipificado como inteligente; estrategias subyacentes a la conducta inteligente y el conocimiento humano y su representación [Mora, 1991].

Coeficiente Intelectual

William Stern tomo como base la relación existente entre la edad mental y cronológica de la cual resultó la primera forma de calcular un coeficiente intelectual, cabe resaltar que éste modelo para cálculo resulta bastante arbitrario sino que la propia conceptualización de la inteligencia en sobre manera rudimentaria. Un gran avance en este aspecto ha sido el desarrollo de un CI basado en la desviación estándar que contenga todas las edades mediante la prueba sobre la cual se determina [Morales, 1990], en la población la distribución de inteligencia es una curva de Gauss al igual que diversas características de las poblaciones [Ardila, 2010].

Wechsler propone que para cada nivel de inteligencia se tenga un intervalo de clase que marque un rango de CI que se encuentre a una distancia medida a partir de la media y que se expresa en términos de la desviación estándar. Se aplica una calificación cruda para cada una de las subpruebas, las cuales son convertidas a calificaciones estándar normalizadas con una media de diez y una desviación estándar de tres. Una vez obtenida la suma de las calificaciones estándar normalizadas, se convierte en una desviación estándar con la ayuda de la tabla de calificaciones estándar que se obtuvo separadamente para cada grupo de edad. Wechsler determino que su media debería ser 100, con una desviación estándar de 15, mediante el empleo de la fórmula $CI_s = 152 + 100$ obtenida independientemente para cada grupo [Anastasi, 1978, Morales, 1990].

Desde principios del siglo XX el CI se ha incrementado en tres puntos por década, ya que fue dónde se inició la implementación de mediciones de inteligencia, ésta peculiaridad es denominada efecto Flynn al cual se le ha tratado de dar explicación desde mejoras en la nutrición, escolaridad y habilidades para resolver los test, países aventajados en el desarrollo educativo presentaron el efecto hasta que el CI se estabilizó y no se presentó más [Ardila, 2010].



Escala Wechsler-IV

La escala Wechsler, propuesta por David Wechsler se basa en la teoría bifactorial de Spearman. Existe un factor fundamental en las funciones intelectuales. Al igual que Binet, Wechsler analiza la idea de *inteligencia general* [Morales, 1990]. Las escalas o áreas de exploración de la inteligencia comprendidas en las pruebas de Wechsler son: escalas compuestas, verbales y de ejecución, constituidas por una serie de test específicos que al pasar a formar parte de una escala, se denomina *subtest*. La prueba de inteligencia del autor, incluye escalas heterogéneas intertest debido a que miden diferentes funciones y por tanto, distintos factores en cada uno de ellos. Cada *subtest* mide un solo factor en toda su amplitud, a lo que se le llama escala homogénea intratest; en estas evaluaciones o pruebas los *subtests* tienen menos confiabilidad que la escala total. Las respuestas más significativas en una prueba de inteligencia de Wechsler, son las encontradas entre calificaciones en cada *subtest* cuando se correlacionan con calificaciones del resto de la escala [Morales, 1990]. El incremento y decremento de las calificaciones en las escalas del material de valoración de Wechsler están en función de la edad y la constancia de medias y desviación estándar de los cocientes intelectuales en diversas edades y son criterios que determinan la validez de la prueba [Morales, 1990]. En las pruebas de Wechsler se miden las siguientes capacidades cognoscitivas, que a la vez se evalúan a través de índices en *sub-pruebas*, como se describen a continuación [Wechsler, 2003]:

Índice de comprensión verbal (ICV)

- Semejanzas: implica comprensión auditiva, memoria, distinción entre características no esenciales y esenciales, y expresión verbal.
- Vocabulario: conocimiento de palabras y formación de conceptos verbales. Capacidad de aprendizaje, MLP y grado de desarrollo del lenguaje. Percepción, comprensión auditiva. Pensamiento abstracto y expresión verbal.
- Compresión: razonamiento, conceptualización, comprensión y expresión verbal. Capacidad para evaluar y utilizar experiencia pasada y la capacidad para demostrar información práctica.
- Información: capacidad de adquirir, conservar y recuperar conocimiento objetivo general. Implica inteligencia cristalizada y MLP.
- Palabras en contexto: comprensión verbal, capacidad analógica y de razonamiento general. Abstracción verbal, conocimiento de dominio, capacidad para integrar y sintetizar diferentes tipos de información.

Índice de razonamiento perceptual (IRP)

- Diseño con cubos: capacidad de análisis y síntesis de estímulos visuales abstractos, formación de conceptos no verbales, percepción, organización visual, procesamiento simultáneo, coordinación visomotora, aprendizaje y la capacidad para separar figuras y fondo en los estímulos visuales.
- Concepto con dibujos: capacidad de razonamiento abstracto.
- Matrices: inteligencia fluida. Habilidades de procesamiento visual y razonamiento abstracto. Clasificación, razonamiento analógico y serial.



- Figuras incompletas: percepción y organizaciones visuales, concentración y reconocimiento.

Índice de memoria de trabajo (IMT)

- Retención de dígitos: orden directo e inverso.
- Orden directo: aprendizaje y memoria mecánica; atención, codificación.
- Orden inverso: MT, transformación de la información, manipulación mental y formación de imágenes visoespaciales. El cambio de orden implica flexibilidad cognitiva y atención mental.
- Sucesión de número y letras: sucesión; manipulación mental, atención, memoria auditiva a corto plazo, formación de imágenes visoespaciales y velocidad de procesamiento.
- Aritmética: manipulación mental, concentración, atención, MCP y MLP, capacidad de razonamiento. Razonamiento fluido y lógico.

Índice de velocidad de procesamiento (IVP)

- Claves: MCP, capacidad de aprendizaje, percepción visual, coordinación visomotora, capacidad de rastreo visual, flexibilidad cognitiva, atención y motivación.
- Búsqueda de símbolos: MCP, memoria visual, coordinación visomotora, flexibilidad cognoscitiva, discriminación visual y concentración. Comprensión auditiva, organización perceptual, y capacidad de planeación y aprendizaje.
- Registros: atención visual selectiva, vigilancia y descuido visual.

Las subpruebas se identifican como esenciales o suplementarias. Las esenciales se aplican cuando se desea obtener puntuaciones compuestas. Las suplementarias amplían el rango de la muestra de habilidades cognitivas, proporcionan información clínica adicional y permiten que el profesional realice los análisis de discrepancia adicionales. De ser necesario, las subpruebas suplementarias pueden utilizarse como sustitutas de las pruebas esenciales. Las 10 subpruebas constituyen los cuatro índices que contribuyen por igual a la puntuación del *Coficiente de Inteligencia Total* que se obtiene al aplicar el instrumento. La WISC-IV incluye pruebas suplementarias para cada índice, dos subpruebas para el índice de comprensión verbal: información y palabras en contexto, así como figuras incompletas para el índice de razonamiento perceptual; aritmética lo es para índice de memoria de trabajo y la subprueba registros, para el índice de velocidad de procesamiento.

Clasificación Internacional de Enfermedades

El [CIE-10](#) describe al retraso mental¹ como trastorno que se define por un desarrollo mental truncado, se caracteriza por el deterioro en funciones concretas de cada fase del desarrollo y que son parte del proceso de inteligencia, como las funciones cognoscitivas, de lenguaje, motrices y la socialización. Éste llega a tener comorbilidad con trastornos

¹en Siberia



Severidad	Rango CI
Límite	70-84
Retraso mental leve	50-60
Retraso mental moderado	35-49
Retraso mental grave	20-34
Retraso mental profundo	<20

Tabla 1: CIE-10 Clasificación

somáticos o mentales. En algunos casos los que padecen retraso mental pueden padecer todo el espectro de trastornos mentales y su prevalencia es tres o cuatro veces mayor en ésta población que en la general. También tienen mayor riesgo de sufrir explotación o abusos físicos y sexuales. La adaptación al ambiente siempre se encuentra afectada, cuando se encuentran en un entorno social protegido, con el apoyo necesario, dicha adaptación puede no presentar problemas en enfermos con un retraso mental leve [World Health Organization, 2013a].

Cuando no es debido a un trastorno concomitante, puede recurrirse a un cuarto carácter para especificar el deterioro comportamental:

- Sin deterioro del comportamiento o con deterioro mínimo.
- Con deterioro del comportamiento importante que requiere atención o tratamiento.
- Con otro deterioro del comportamiento.
- Sin alusión al deterioro del comportamiento.

Pautas para el Diagnóstico

El diagnóstico es definitivo cuando se encuentra presente un deterioro en el rendimiento intelectual, el cual da lugar a una disminución de la capacidad de adaptarse al entorno social y sus exigencias cotidianas. Los trastornos somáticos o mentales asociados repercuten en el cuadro clínico y rendimiento. El diagnóstico debe basarse en la evaluación de la capacidad global, al margen de cualquier déficit o de una capacidad concreta. La [Tabla 1](#) muestra los rangos de CI en los correspondientes a cada categoría. Cabe mencionar que dichos rangos son arbitrarios ya que el espectro es complejo y dificulta la precisión. Escalas de madurez social y de adaptación suman información suplementaria mientras estén adaptados a la cultura del enfermo y complementarse con entrevistas a los padres o personas que le rodean para conocer la capacidad para la actividad.

Límite

Problemas escolares, dificultad para realizar tareas nuevas o complejas, problemas para concentrarse. Probabilidad de presentar problemas de comportamiento

Retraso Mental Leve

Dichos individuos presentan problemas para adquirir el lenguaje, pero la mayoría logra la capacidad para la vida cotidiana. Llegan a alcanzar independencia en el cuidado de su persona, actividades prácticas, domésticas, su desarrollo es considerablemente lento.



Presentan dificultades escolares y problemas específicos de lectura y escritura. Aquellos que se encuentran en los límites superiores del retraso mental leve pueden realizar trabajos de aptitud práctica como los trabajos manuales semicualificados. Dentro de un contexto donde el énfasis por logros académicos no presente interés un grado de retraso no significaría un problema en sí. En el ámbito emocional y social se observa una falta de madurez notable que puede devenir en consecuencias del déficit.

Retraso Mental Moderado

Esta categoría incluye a aquellos que padecen letargo en el desarrollo de la comprensión y uso del lenguaje, del cual su dominio es limitado. Tanto la capacidad de aseo personal como de algunas funciones motrices se encuentran desfasadas con la población general, algunos de los afectados requieren de supervisión permanente. Los progresos escolares son limitados, aprenden lo básico para la lectura, escritura y aritmética. En edad adulta, son capaces de realizar trabajos prácticos y sencillos, pero estos deben estar estructurados y deben ser supervisados. Pocos casos logran llevar una vida adulta independiente, aunque son físicamente activos ya que gozan de total capacidad de movimientos, también logran alcanzar un desarrollo en las capacidades sociales tanto para relacionarse como para realizar actividades simples.

Retraso Mental Grave

Comparte etiología con el Retraso Mental Moderado aunque el pronóstico es menos alentador ya que dentro de ésta categoría padecen un grado de déficit motor o la presencia de otros déficits que indican un daño o anomalía en el desarrollo del sistema nervioso central.

Retraso Mental Leve

Los afectados se encuentran totalmente incapacitados, no pueden comprender instrucciones, padecen de movilidad restringida o inexistente, no hay control de esfínteres, la comunicación (en caso de presentarse) suele ser rudimentaria y no verbal. La supervisión es constante debido a la limitación para cuidar sus necesidades básicas.

Neurotóxicos

Se conoce como neurotóxico a aquellas sustancias, agentes químicos que por sus características afectan las funciones del Sistema nervioso central (SNC), que para el presente trabajo se centra en procesos cognitivos. El descubrimiento de dichas afecciones se remontan al siglo XIX donde convergen los primeros estudios epidemiológicos y el desarrollo industrial en el mundo occidental. El desarrollo industrial ha generado importantes cambios en el campo tecnológico, social, económico, ambiental y de la salud con diferentes resultados en cada campo, desfavorables en el caso de los dos últimos. Conforme las actividades industriales se incrementaron en el siglo XX debido a las exigencias de las necesidades energéticas y de producción devinieron en la creación y producción de nuevos químicos y la subsecuente liberación de éstos al ambiente acompañados de un desconocimiento de las consecuencias inmediatas como futuras para la salud humana y el ambiente. No obstante hay que recalcar que dentro de ciertos espacios geográficos la presencia de un neurotóxico puede darse de manera endémica.

El interés en los neurotóxicos ha trascendido la toxicología ya que el interés en su estudio ha llegado a disciplinas como la epidemiología y la psicología por mencionar algunas, aunque relativamente es poco el tiempo en que éstas han estado colaborando ha sido posible identificar y relacionar estadísticamente efectos clínicos y subclínicos en la población, dando lugar a nuevas investigaciones así como generación de políticas públicas en materia de salud. Tanto la [Figura 3](#) y [Figura 4](#) son ejemplos del conocimiento generado de los efectos en salud relacionado a la presencia de neurotóxicos, cabe mencionar que no en todos los casos existe una relación de causalidad.

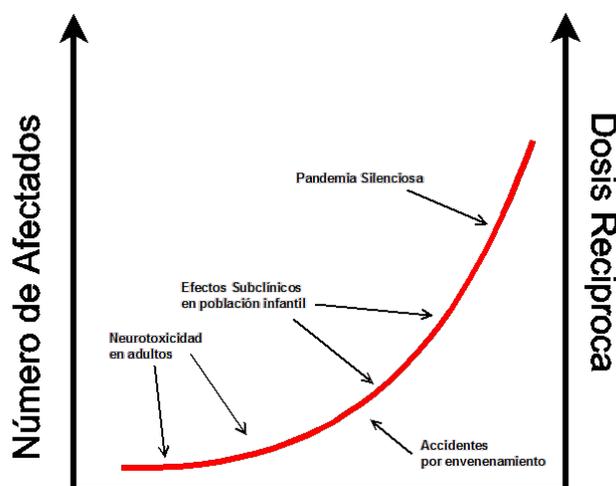


Figura 3: Efecto de un Neurotóxico en la población a través del tiempo [Grandjean y Landrigan, 2006]

La primer imagen demuestra la capacidad de que un neurotóxico pase inadvertido en el supuesto de que los efectos subclínicos en la población no sean detectados y asociados a un neurotóxico por lo cual la primera evidencia a tratar sería el estudio de dosis altas del neurotóxico en población adulta (mayor exposición) a la par de que se establece un estudio epidemiológico e investigación de efectos en dosis menores del neurotóxico, químicos como: Pb, metilmercurio, policlorados bifeniles, As, tolueno por mencionar algunos, tienen el comportamiento que se observa en la curva, mientras que la segunda figura esquematiza las consecuencias de la exposición cuando el contacto con el neurotóxico se da en los momentos cruciales del desarrollo cognitivo y maduración cerebral, la exposición puede devenir en manifestaciones en alteraciones funcionales o enfermedades desde el momento de la exposición hasta la senectud.

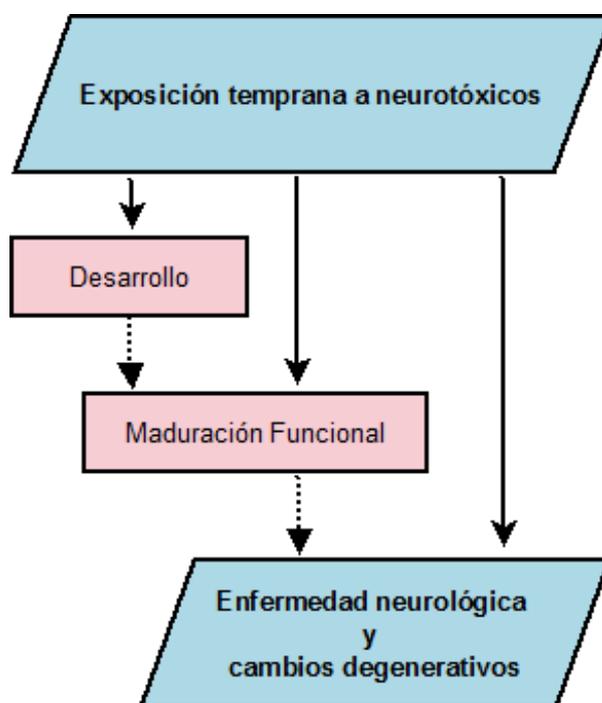


Figura 4: Efecto Neurotóxico en edad temprana [Grandjean y Landrigan, 2014]

Flúor

El Flúor, descubierto en 1886 por Henri Mossan, es un gas corrosivo de color amarillo pálido altamente reactivo con casi cualquier sustancia orgánica o inorgánica, se encuentra usualmente en suelo, aire, comida y agua siendo uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre. Éste es utilizado en la industria para la producción de uranio, plásticos, cerámicos, pesticidas y fármacos. Hasta la década de los 40s el F permaneció como una curiosidad de laboratorio, fueron las necesidades en la energía nuclear lo que despegó su utilización industrial, sin embargo, en 1909 los cirujanos dentales Frederick McKay y Grant Black en el área de Colorado iniciaron investigaciones para determinar las causas del esmalte moteado, posteriormente llamado fluorosis dental pero no es hasta 1931 que las investigaciones confirmaron la relación entre el esmalte moteado y altos niveles de F en agua, posteriormente Trendley Dean, a cargo de la Dental Hygiene Unit del National Institute of Health inicia la investigación epidemiológica del F, encontrando que el agua con una concentración de 1ppm de F previene la aparición de caries provocando



que a nivel internacional se iniciaran políticas de fluoración del agua, sin embargo, el agua subterránea se encuentra con niveles de F que van desde 1 hasta $> 25\text{mg/L}$ aún así es posible encontrarle en vegetales, frutas, té negro y huesos de peces no obstante también se encuentra en desperdicio industrial y quema de carbón. Actualmente países como: Holanda, Suecia, Alemania y Suiza han eliminado dicha política debido a las preocupaciones sobre la seguridad y efectividad de dicha actividad [Perumal *et al.*, 2013, Peckham y Awofeso, 2014].

En América Latina el agua subterránea es usualmente la fuente principal de F que proviene de fuentes naturales geogénicas como son materiales volcánicos y minerales hidrotermales mientras que de manera secundaria los óxidos e hidróxidos, arcillas y elementos traza con gran afinidad de adsorción, concentrando los solutos en agua y produciendo alta salinidad y modificando el *pH* a niveles alcalinos propiciando la desorción de F de las fuentes secundarias. En México el 75% de la población obtiene el agua de fuentes subterráneas, diversos sitios diagnosticados recientemente con hidrofluorosis pertenecen a zonas áridas y semiáridas del centro y noreste del país donde predominan afloramientos de rocas sedimentarias así como rocas ígneas terciarias y depósitos de pantanos y lagos del paleozoico y mesozoico, dicho material ígneo junto con conglomerados y aluviones cuaternarios derivados de estos son los principales orígenes del F en los acuíferos de Chihuahua, Sonora, Durango y San Luis Potosí, dichas composiciones geológicas junto con las condiciones áridas generan grandes concentraciones de F que se intensifican con la evaporación alta, escasez de lluvia y la fluctuación de los niveles de agua resultado de la extracción excesiva. Recientemente se ha detectado que el F afecta las actividades agrícolas ya que reduce su rendimiento, producción y calidad de productos de origen animal, siendo así una forma igualmente peligrosa para la sociedad como la ingesta a través del agua [Alarcón-Herrera *et al.*, 2013].

Durante la década de los 90s se cimentó el efecto tóxico ya que hasta ésta ese momento el F gozaba de buena reputación debido a su trabajo preventivo de caries. Una vez iniciadas las investigaciones sobre el F se comienzan a enlazar una serie de afecciones a la salud tales como:

- Diástole ventricular izquierda
- Daño locomotor
- Degradación de la hormona tiroidea en niños
- Disconformidad gastrointestinal
- Disturbios visuales
- Debilidad muscular
- Síntomas respiratorios
- Daño renal
- Anomalías en la tolerancia a la glucosa
- Destrucción de células, vasos sanguíneos y revestimiento del estómago e intestino
- Aceleración de la calcificación de vasos sanguíneos



- Reducción en los niveles de hormonas reproductivas en el sérum de los hombres
- Abortos, nacimientos con anomalías
- Cáncer en huesos, vejiga, útero y pulmones

Al ser un componente normal del fluido cerebroespinal éste puede penetrar la barrera hematoencefálica, de tal modo que durante la década antes mencionada se reportaron efectos psiquiátricos debido a fluorosis crónica, tales como: daños a la memoria y concentración, así como problemas en el proceso de pensamiento, no obstante se le ha relacionado con discapacidad intelectual así como conexión con el Alzheimer ya que ésta enfermedad es común en poblaciones que viven en sitios con altas concentraciones de F, calificándole de neurotóxico. Las afecciones antes mencionadas han sido demostradas de manera experimental en animales que responden como los seres humanos a las concentraciones tóxicas del F [Perumal *et al.*, 2013].

Aunque las investigaciones de F le han relacionado con afecciones al SNC aún no se ha confirmado de manera contundente la toxicodinamia de éste, sin embargo, se ha encontrado que el F altera los niveles y actividad de neurotransmisores metabólica enzimática de colinesterasa y la dopamina β -hidroxilasa en el cerebro, pero las alteraciones en la actividad del glutamato es poco conocida, dicho neurotransmisor tiene un papel importante en los procesos de memoria y aprendizaje espacial.

Actualmente la WHO tiene establecido un límite de concentración de F en agua para consumo humano de 1.5 mg/L , en tanto el Estado mexicano a través de la su norma establece un límite de 1.5 mg/L y 0.7 ppm , a pesar de las medidas de contingencia el factor dieta puede reducir o aumentar la absorción y excreción de F que obliga a tomar en cuenta la retención del tóxico, algunos estudios han establecido un rango de 31 – 85 % de F excretado en niños de tres a cinco años. A través de los datos de estudios como los de Rocha-Amador *et al.* [2007], Saxena *et al.* [2012], Jiang *et al.* [2014] y Alarcón-Herrera *et al.* [2013] plantean la hipótesis de que la interacción entre F, As y Pb disminuyen la inteligencia de los niños, a su vez Peckham y Awofeso [2014] discuten que la fluoración del agua es un método ineficiente para evitar caries pero si una importante causa de efectos colaterales en la salud humana, en el caso de México la ósmosis inversa es el proceso mediante el cual se puede remover el F y As del agua potable, dicho proceso implica tecnología de membranas que a través de la presión fuerza el paso de agua por una membrana semipermeable que elimina solutos disueltos de la solución en función del tamaño de las partículas con características y tendencias dieléctricas e hidrofóbicas, dichos procesos implican una pérdida del 35 – 65 % de agua que constituyen las descargas concentradas de salmuera, las cuales deben ser tratadas antes de descargarse, el proceso de ósmosis inversa tiene una eficiencia entre 85 – 95 %, sin embargo esto crea nuevos problemas ambientales ya que no existen formas para tratar o eliminar de manera segura el agua salobre.

Según los datos del Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Economía [2016] para 2015 México se produjo un volumen de 624,574 ton de fluorita de las cuales 584,220 ton se obtuvieron sólo en San Luis Potosí.



Plomo

El Plomo, de color gris plateado se encuentra de forma natural en estado sólido y no es biodegradable, dentro de sus características que le destacan son su maleabilidad, resistencia a la corrosión, facilidad para hacer aleaciones, dúctil y de baja conductividad le han otorgado un lugar privilegiado para su uso desde los tiempos de los egipcios, pero no es hasta los romanos donde comienza la proyección minera a pesar que 400 a.c. los chinos e indios ya fundían el metal. Los romanos incrementaron el uso del Pb en el sector tecnológico y debido a la extensión territorial del imperio la extracción del Pb comienza a generar los primeros problemas ambientales. Aunque muchas más civilizaciones utilizaron el metal no es sino hasta la revolución industrial que el la producción de Pb y derivados se amplía de manera exponencial debido a la importancia que adquiere en éste periodo dentro de la industria química. El Pb de manera natural se concentra en bajas cantidades en la corteza ($2 \times 10^{-5} \%$), encontrándose mayormente de forma especial (galena) en la litosfera ($10 - 20 \mu g/g$) en depósitos minerales, la hidrosfera es una fuente natural de Pb ya que la erosión en los depósitos lo eliminan, las expulsiones de lava meteórica y cuerpos que producen grandes cantidades de aerosoles y partículas depositan Pb de manera natural. En comparación la fuentes antropogénicas representan más del 95 % del Pb depositado, a su vez éstas fuentes producen 300 veces más Pb que sus contrapartes , la producción estimada por las primeras es de 12 a 130000Ton/ao, gracias a las actividades de índole antropogénicas se encuentra en el ambiente el Pb como partículas finas con formas químicas como: haluros, óxidos, sulfuros, sulfatos (más abundante en aire) y cabonato de Pb. Una vez liberadas a la atmósfera como gas, vapor o partícula sólida se mantiene en suspensión como $PM_{2.5}$ y PM_{10} , las de menor diámetro tiene mayor capacidad de entrar al árbol respiratorio siendo el daño a la salud más grave. Al estar en el suelo el Pb pierde movilidad por lo tanto no se filtra al subsuelo o capas subterráneas, en presencia de materia orgánica y coloides orgánicos el Pb comienza a interactuar con el suelo pero al aumentar el pH de éste el Pb se adquiere movilidad [Ubillus Limo, 2003, Rodríguez Rey y Liliam Cuéllar Luna, 2016].

El Pb penetra en el organismo desde el ambiente hasta el punto donde produce su efecto tóxico, en su forma inorgánica éste ingresa al organismo por vías respiratorias y digestivas mientras que de forma orgánica se suma la vía dérmica, Rodríguez Rey y Liliam Cuéllar Luna [2016] presenta tres fases en las cuales se divide:

- Exposición: procesos de transformación química, degradación, biodegradación y desintegración que se producen.
- Toxicocinética: absorción de tóxicos y todos los procesos subsiguientes: transporte, distribución y acumulación, biotransformación y eliminación ([Figura 5](#)).
- Toxicodinámica: interacción con puntos de acción específicos en células o dentro de ellas.

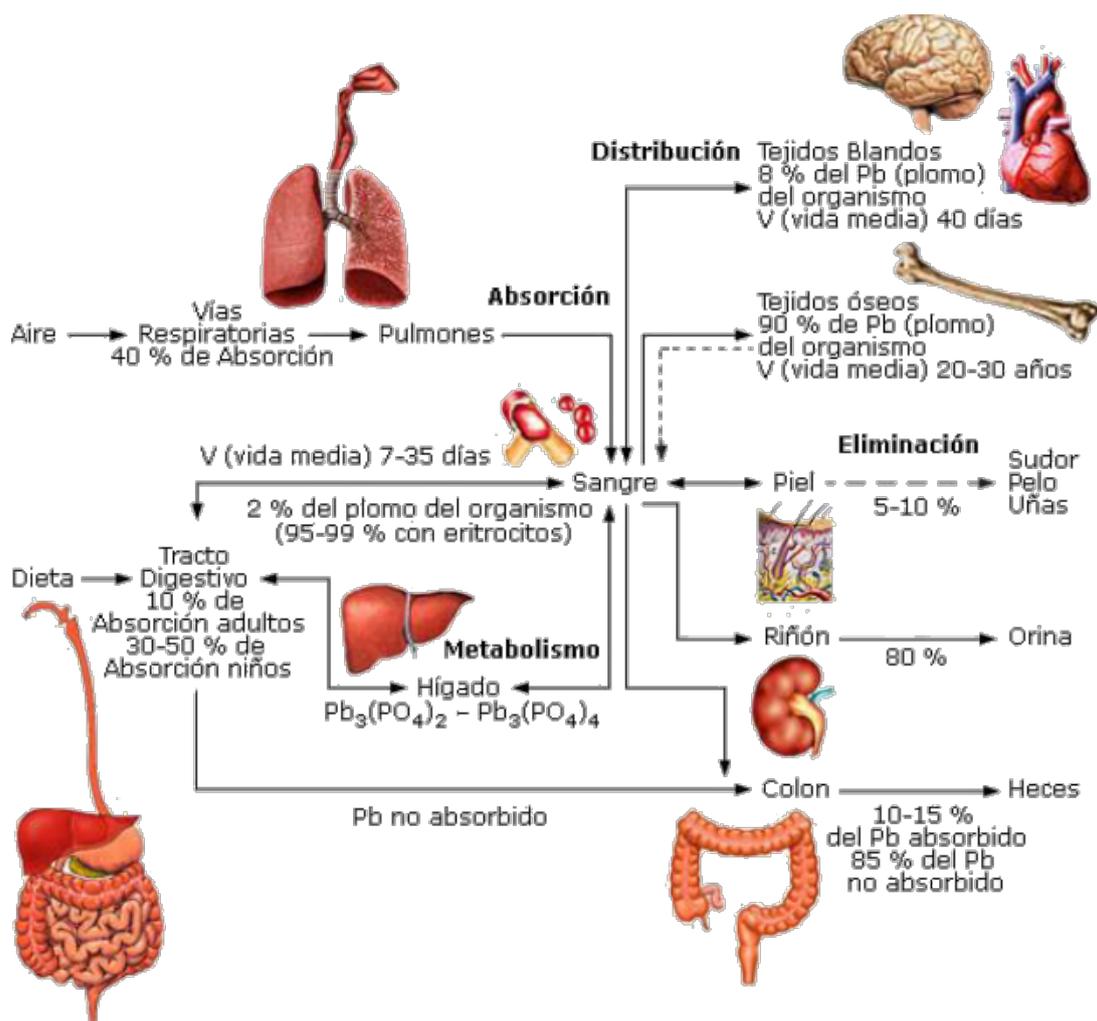


Figura 5: Toxicocinética del plomo.

La Figura 6 muestra el modelo de distribución del Pb en el organismo una vez inhalado o ingerido, pasa al torrente sanguíneo transportado por glóbulos rojos unidos a las proteínas del plasma en un 95 % donde llega a permanecer hasta 35 y 40 días en tejidos blandos, al llegar al sistema óseo puede depositarse por 27 años y continuar movilizándose hacia la sangre. Al ingresar al organismo el Pb no sólo altera el metabolismo del calcio sino que compite con éste al igual que con el hierro, las enzimas metabolizadoras de aminoácidos transforman lo transforman en sulfuro de Pb, en casos de exposición crónica se deposita en forma de fosfato de Pb insoluble en huesos de rápido crecimiento por lo cual es posible observar las líneas de Pb en radiografías, al tener la capacidad de atravesar la barrera placentaria puede comenzar a depositarse en huesos del feto, en el cordón umbilical la concentración va de 85 – 90 % de la encontrada en la sangre materna. La vías de excreción del Pb de importancia toxicológica son la fecal y renal, por la primera vía se elimina hasta un 85 % mientras que por vía renal 80 % aproximadamente, sin embargo también se excreta a través del cabello, sudor, leche materna, descamación de pies y dientes. De forma inorgánica no se metaboliza, se absorbe, distribuye, acumula y excreta de forma directa, mientras que de forma orgánica se transforma escasamente a fosfato plumboso y luego a fosfato plúmbico que al ser menos soluble se excreta en menor medida aumentando su concentración en el organismo [Rodríguez Rey y Liliam Cuéllar Luna, 2016].

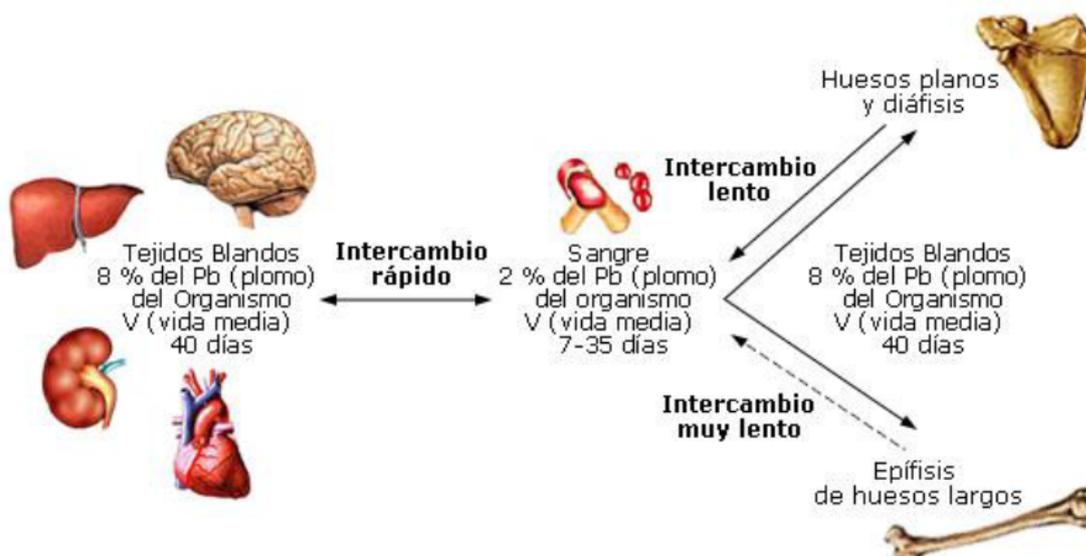


Figura 6: Modelo multicompartmental de distribución del plomo.

Al ser el Pb un xenobiótico fundamenta los mecanismos de daño y afecciones a la salud como:

- Impedimentos cognitivos y reducción del coeficiente intelectual (CI).
- Problemas cardiovasculares.
- Bajo peso en recién nacidos, parto prematuro y aborto.
- Daño auditivo.
- Efectos nefrológico y hematológico.
- Hipocalcemia.
- Anemia.

Su efecto sobre el SNC periférico se debe a que se acumula en el espacio endoneural de los nervios causando edema, aumentos de presión y daño axonal, la exposición crónica también ocasiona fatiga, problemas de sueño, cefaleas, irritabilidad, tartamudeo y convulsiones. Produce debilidad muscular, ataxia, mareos, parálisis, interfiere con la visión y el tacto, también se han observado cuadros de ansiedad y alteraciones en el humor. Aunque su mecanismo es complejo se encuentra mucho más definido que el F ya que en el cuerpo el Pb como se mencionó anteriormente compite con el calcio sobre todo en bajas concentraciones donde el Pb reemplaza al calcio debido a sus similitudes químicas, el Pb se comporta como mensajero intracelular. Activa la proteína C quinasa asociada al crecimiento y diferenciación celular, conservación de la barrera hematoencefálica. También le es posible unirse a la calmodulina de manera más eficiente que el calcio. Finalmente ocasiona problemas en la neurotransmisión y tono vascular [Rodríguez Rey y Liliam Cuéllar Luna, 2016].

Cómo se observa la exposición a plomo ha sido reconocida debido a su alto impacto en la salud humana, México tiene grandes depósitos de éste, su uso en actividades como la alfarería tiene un gran precedente histórico, durante los 90s en el país se iniciaron las políticas públicas para eliminar al Pb de las gasolinas que consecuentemente redujo



problemas de salud, sin embargo existen diversas fuentes y actividades que actualmente exponen a sectores de la población, infantes principalmente, México figura como el quinto productor de Pb a nivel mundial y tres compañías en el país procesan el mineral de Pb en 13 minas ubicadas en: Chihuahua, Coahuila, Durango, Guerrero, Hidalgo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Zacatecas. No obstante la exposición a Pb también ocurre debido a la extracción de plata (Ag) así como la manufactura y reciclaje de baterías para vehículos de Pb-ácido, la industria de la pintura también supone un foco de exposición ya que en 2008 se detectó que las pinturas de esmalte mantenían concentraciones $> 90ppm$ mientras que las plásticas una $\bar{X} = 6ppm$. Dentro de las fuentes secundarias de Pb la alfarería vidriada tradicional en la cual se utiliza PbO (greta, Litargirio) aunado que los hornos donde se realiza dicha actividad aún funcionan a partir de madera y no gas como sucede en otras partes del globo, ocasionando que al no lograr las temperaturas necesarias ($> 1200^{\circ}C$) para vitrificar los esmaltes de Pb que evitan que lixivie aunque el real problema de éstos talleres tradicionales es que se utilizan como vivienda incrementando la exposición y el riesgo al realizar la mayoría de sus actividades en dicho espacio, cabe resaltar que la predilección por el consumo de limón en la dieta mexicana aumenta el riesgo de ingesta de Pb ya que en medios ácidos o de temperaturas altas el Pb se desprende con facilidad. Los niños son la población más vulnerable al Pb debido a que sin importar la fuente de exposición éstos absorben de 4 a 5 veces más que un adulto así como las conductas propias de la edad, países como Nigeria y Senegal la intoxicación a Pb ha cobrado vidas de niños por actividades como el reciclaje de baterías y minería. La World Health Organization [2017] ha incluido al Pb dentro de los diez productos químicos con mayor daño a la salud humana por lo tanto se exige la intervención y estableciendo un límite de $25 \mu g/kg$, en México la norma oficial muestra la [Tabla 1](#) de acciones básicas de protección en niños menores de 15 años, mujeres embarazadas y en periodo de lactancia cuando éstos se encuentran expuestos a diferentes niveles de Pb (se invita a entrar al link de la tabla ya que por razones prácticas no se incluyó en el presente trabajo), sin embargo, aún falta incluir a trabajadores a pesar de que el Pb se considera un contaminante ocupacional y doméstico, cada país desarrolla y aplica medidas de acción o educativas sobre la amenaza del Pb. Cabe mencionar que la contaminación por plomo se encuentra controlada en las industrias a pesar de que se extrae en más de 40 países pero las problemáticas persisten, América Latina importa el 30 % de Pb que representa el 15 % de la producción mundial, México para el año 2015 produjo un volumen de 263, 772 ton de las cuales 1, 346 ton se produjeron en el estado de San Luis Potosí, según datos del Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Economía [2016]. En México la falta de programas que monitorean los niveles de Pb en sangre representa un gran desventaja para las zonas rurales donde la alfarería tradicional es mayor [Flores-Ramírez *et al.*, 2012, Caravanas *et al.*, 2014, Rodríguez Rey y Liliam Cuéllar Luna, 2016].



Discusión de la primera parte

La relación entre neurotóxicos y psicología se da principalmente en los procesos cognitivos ya que debido a las alteraciones o daños ocasionados por su presencia ocasionan cambios observables por un profesional en psicología y corroborados con la aplicación de instrumentos, aportando a establecer una relación causal.

El desarrollo del aparato cognitivo es crucial para el devenir en la vida adulta por lo cual la presencia de neurotóxicos en el ambiente de desarrollo implica un riesgo para la población infantil.

En el caso del F existen diversas investigaciones llevadas a cabo en Asia [Wang *et al.*, 2007, Saxena *et al.*, 2012, Xiang *et al.*, 2013, Karimzade *et al.*, 2014] y América [Rocha-Amador *et al.*, 2008, Valdez Jiménez *et al.*, 2017] principalmente donde se ha reportado relación estadística con el CI, la [Figura 7](#) ejemplifica la afectación de diversos niveles de ingesta de F al CI, se observa una diferencia de casi 10 puntos entre las medias de CI en los niveles extremos de F lo cual implica una posible caída en la categoría del CIE-10 presentando las afecciones mencionadas en dicho apartado, por otro lado Saxena *et al.* [2012] rescata el estudio de Tang que concluye que los niños que viven en áreas endémicas de F tienen cinco veces más probabilidad de desarrollar un CI bajo que aquellos que viven en sitios sin F, cabe resaltar que las investigaciones [Perumal *et al.*, 2013, Liu *et al.*, 2014] mencionan que la vía de alteración fisiológica y neuroquímica no está del todo establecida ya que los estudios realizados hasta el momento ha sido en ratones, la presencia de fluór es considerada un problema de salud pública por los efectos clínicos, mencionados en la sección I, no por su alteración al aparato cognitivo la cual es una relación relativamente nueva.

En cuanto al plomo, su alteración neuroquímica ya ha sido determinada, existe gran cantidad de información respecto a dicho neurotóxico ya que su presencia se explica primordialmente por actividades industriales. Sin embargo, la producción de información científica no ha cesado ya que sigue perfilando como un problema de salud pública importante que ha llevado a estudios a gran escala sobre sus implicaciones así como aplicación de nuevas metodologías para obtener información que ayuda a establecer un mejor diálogo entre la comunidad científica y de políticas en salud pública [Flores-Ramírez *et al.*, 2012, Caravanas *et al.*, 2014, Astete *et al.*, 2010, Cossío-Torres *et al.*, 2013, Fewtrell *et al.*, 2004, Grandjean y Landrigan, 2014]

Con los mencionado anteriormente se presenta un encrucijada sobre como abordar la presencia de neurotóxicos ya que la fuente de origen por actividad humana es mucho más visible así como señalada lo cual incita al desarrollo mucho más rápido de una política pública ya que es un hecho de injusticia ambiental, en el caso de neurotóxicos con fuente endémica resulta complicado llegar a la política pública por el hecho de que la identificación de su presencia está en un grado de función del interés del investigador y de ahí partir

hacia el establecimiento de causalidad. Los desordenes del neurodesarrollo afectan entre 10 – 15 % del total de nacimientos como menciona Grandjean y Landrigan [2014] algunos de los trastornos más conocidos mundialmente son TDA y autismos pero los decrementos subclínicos en cuanto a función cerebral son mucho más comunes que los trastornos antes mencionados, lo cual acarrea una serie de consecuencias principalmente en la calidad de vida, logros académicos, en casos como el de DI se presenta problemas de comportamiento que no se ha dimensionado macrosocialmente.

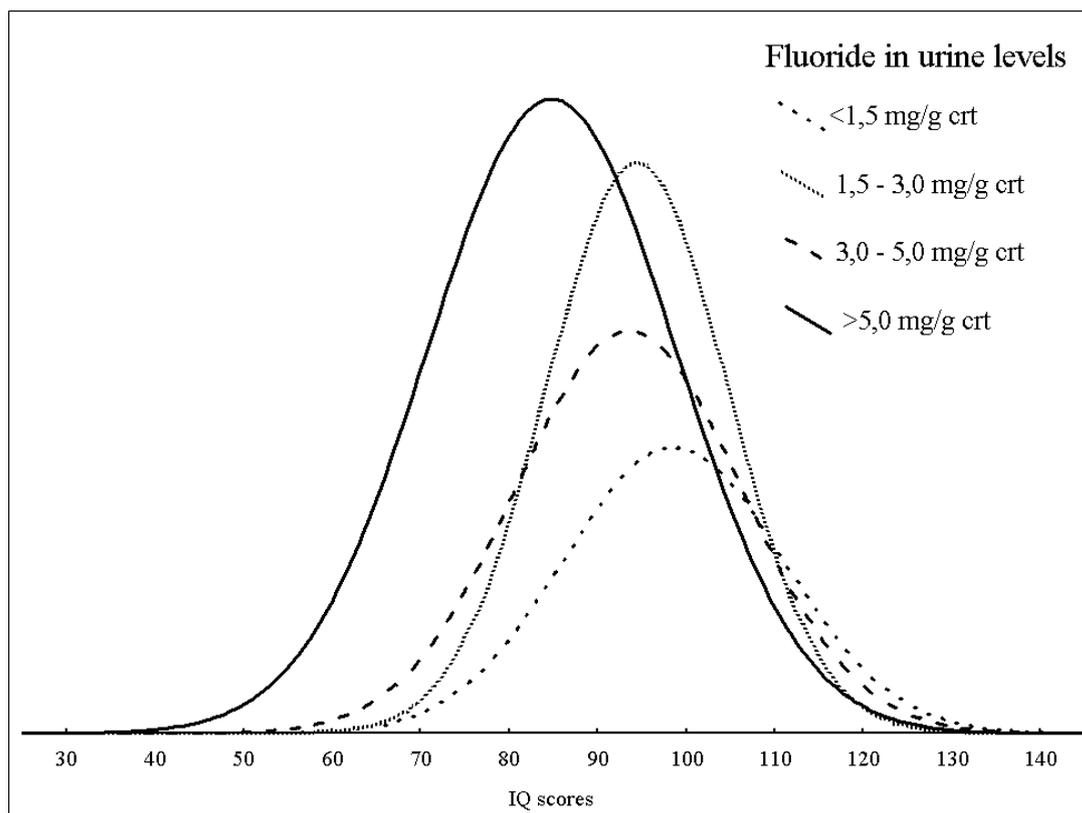


Figura 7: Decremento del CI por ingesta de Flúor [Rocha-Amador, 2005]

La integración de la psicología con la toxicología ha dado espacio a una nueva generación de estudios y de evidencia de como ciertos agentes afectan la salud mental de los individuos que se desarrollan en lugares donde la presencia de éstos exceden los niveles permitidos revelando la falta de conocimiento de como las características y modificaciones al espacio geográfico afectan al desarrollo, aunque el presente trabajo se enfoca en el estudio del F y Pb existen una variedad de componentes químicos, identificados o no, que ocasionan problemas pero que no son tratados de manera equitativa ya que algunos tienen mucha más importancia para las agendas de salud las cuales están en función de la información producida y disponible. El principal problema es la no identificación de su presencia.

Es imperativo señalar que la [World Health Organization \[2006\]](#) ni México cuentan con datos sobre la prevalencia de la discapacidad mental menos aún cuando está relacionada a la presencia de neurotóxicos si bien los estudios realizados en éste rubro se realizan mediante la producción de la información así como por metanálisis que como tal dan una muestra de la aproximación del problema ya que la mayoría de estudios son de índole transversal, salvo en el caso del Pb que es más sencillo encontrar estudios de cohorte. La discapacidad Intelectual (DI) no figura como un problema de salud pública principalmente porque no es



una condición letal aunado se encuentra el hecho de que la discapacidad no tiene grados altos de impedimento en los niveles leve y moderado por lo que pasa desapercibida, hasta el momento la condición de discapacidad grave o profunda tiene una etiología congénita por lo tanto no se encuentra relacionada con la presencia de neurotóxicos, sin embargo los niveles leve y moderado en la mayoría de los casos la etiología es idiopática por lo tanto en algunos casos los neurotóxicos pueden dar la explicación a dicho diagnóstico.



Parte II



Índice de Marginación

Desde hace ya dos décadas, en México se han diseñado e instrumentado mediciones enfocadas a conocer las desigualdades al momento que se intenta resumir la multidimensionalidad de la problemática en áreas tales como: educación, vivienda, salud, ingreso y su localización espacial. Entre los instrumentos desarrollados encontramos el índice de marginación de CONAPO y la medición multidimensional de la pobreza de CONEVAL, dichas herramientas son complementarias entre sí ya que mientras el índice de marginación se centra en la cuestión territorial, CONEVAL mide y establece los umbrales para identificar a aquellos que se encuentran en situación de pobreza. Aunque México ha explorado el área de diseño e instrumentación el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo nos brinda una tercera aproximación, el Índice de Desarrollo Humano, que para fortuna o desventura ha generado acciones públicas dirigidas a la disminución de la desigualdad y exclusión social. El estudio de la desigualdad social ha dado a conocer lo multidimensional y complejidad del fenómeno, ya que no sólo la conceptualización implica un desafío, para llevar a cabo la medición, la información disponible se convierte en el esqueleto de la metodología.

Concepto de Marginación

En 1990 CONAPO y CONAGUA definen la marginación como un "proceso estructural en relación al desarrollo socioeconómico alcanzado por nuestro país" que dificulta la propagación del proceso a todos los grupos sociales que repercuten en la estructura productiva y se expresa en desigualdades territoriales. La vulnerabilidad social se hace presente en las comunidades marginadas en las cuales la mitigación con acciones individuales es difícil ya que la génesis no radica en el individuo sino en un modelo productivo que no brinda las mismas oportunidades, por lo cual las desventajas se acumulan y dan lugar a la formación de escenarios cada vez más inhóspitos cada que estos se reconfiguran.

Mediante la metodología diseñada por CONAPO se plasmaron las dimensiones en las cuales se expresa el fenómeno y por ende, de acción: educación, vivienda, ingresos monetarios y, de manera adicional, una afectación por la ubicación espacial. La metodología implica técnicas para sintetizar la complejidad y facilitar la medición del fenómeno y lograr cuantificar las formas e intensidades de las desventajas de las cuales la población es objeto, procurando evidenciar las expresiones. Dicha medida fue bautizada como Índice de Marginación (IM), los resultados han asistido la priorización de acciones para modificar los niveles y condiciones de vida para fortalecer la justicia distributiva en el ámbito regional.

Las dimensiones identifican nueve formas de exclusión las cuales son medidas a través de porcentajes de la población que carecen de acceso a los servicios esenciales, dichas carencias impiden la acumulación de activos y la generación de capacidades fundamentales en la gestión de proyectos personales y de vida; así como el no ejercicio de derechos

humanos por lo cual constituyen rubros que necesitan de la acción pública.

Dimensiones de la marginación

El IM se obtiene mediante una técnica robusta que permite la clasificación de las unidades territoriales a través de la información de la Encuesta Intercensal y el Censo de Población y Vivienda, ambos de INEGI. La Encuesta brinda los datos necesarios para ocho de los nueve indicadores utilizados para las 32 entidades federativas y los 2457 municipios del país, mediante el Censo se estimó la distribución de la población en las entidades. Cabe mencionar que desde 1990 se ha mantenido el marco conceptual, las dimensiones y formas de exclusión, actualmente se encuentran en la sexta publicación pero hay que resaltar que los resultados no son comparables en el tiempo debido a que los cálculos mantienen sus particularidades a cada ejercicio ya que la estratificación depende de la variabilidad de los datos. Con lo antes mencionado se resalta que no existió problema en el manejo de los datos para el presente trabajo ya que los años de evaluación corresponden al mismo periodo de publicación de resultados de CONAPO.

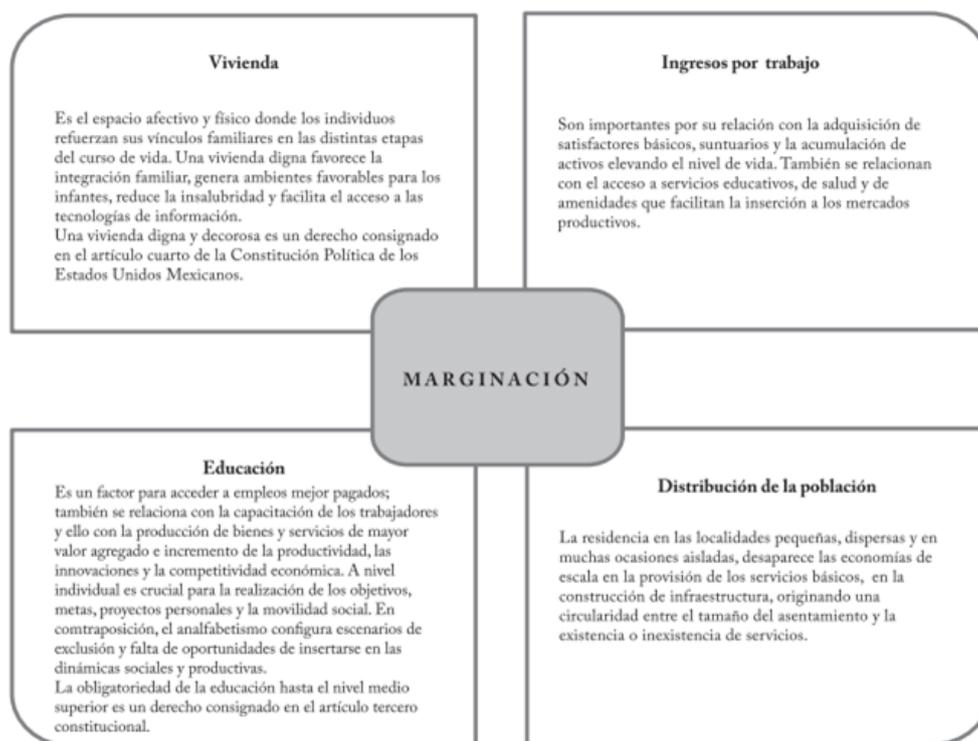


Figura 8: Marginación de Consejo Nacional de Población [2012]

En la Figura 8 se muestran las descripciones del Consejo Nacional de Población [2012] sobre las dimensiones que abarca el IM, las cuales son resultado del censo de que el acceso adecuado a dichas dimensiones propician las condiciones necesarias para que las personas logren adquirir las capacidades para llevar a cabo su proyecto de vida con libertad y autonomía..

El desglose presentado en la Figura 9 se observan aquellos indicadores que componen cada dimensión del IM el cual contribuye a facilitar la priorización de acción en las áreas

geoestadísticas estatales como municipales. Debido a que los indicadores corresponden a rubros de servicios públicos se presentan desigualdades entre el ámbito urbano y rural por lo tanto se presenta una relación entre marginación y la residencia en localidades de tamaño reducido debido a que estos sitios suponen dispersión poblacional, inaccesibilidad, que afectan de manera directa en el acceso necesario a los servicios básicos que por derecho nos corresponde.

Concepto	Dimensiones socioeconómicas	Formas de exclusión	Indicador para medir la intensidad de la exclusión	Índice de marginación
Fenómeno estructural múltiple que valora dimensiones, formas e intensidades de exclusión en el proceso de desarrollo y disfrute de sus beneficios	Educación	Analfabetismo	Porcentaje de población analfabeta de 15 años o más	Intensidad global de la marginación socioeconómica
		Población sin primaria completa	Porcentaje de población sin primaria completa de 15 años o más	
	Vivienda	Viviendas particulares sin drenaje ni servicio sanitario	Porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario	
		Viviendas particulares sin energía eléctrica	Porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	
		Viviendas particulares sin agua entubada	Porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada	
		Viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento	Porcentaje de viviendas con algún nivel de hacinamiento	
	Distribución de la población	Viviendas particulares con piso de tierra	Porcentaje de ocupantes en viviendas con piso de tierra	
		Localidades con menos de 5 000 habitantes	Porcentaje de población en localidades con menos de 5 mil habitantes	
	Ingresos monetarios	Población ocupada que percibe hasta dos salarios	Porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	

Figura 9: Esquema conceptual de la marginación Consejo Nacional de Población [2015b]

El resultado del IM se clasifica por grado o niveles: MUy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo, CONAPO emplea La Técnica de Estratificación Óptima de Delenius y Hodges, para ahondar en la metodología para el cálculo del IM se recomienda revisar el documento de Consejo Nacional de Población [2015e] así como el sitio web [Índices de Marginación](#).

Los resultados del CONAPO para 2015 a nivel nacional revelaron que el 33 % de la población mexicana se encuentra en el nivel bajo de marginación a este nivel le sigue el nivel alto con 23 %, se presentará un empate entre el nivel muy bajo y medio con el 17 % de la población en cada grado, el nivel con menos población (10 %) pertenece al rubro de marginación muy alta. En contraste con la publicación de resultados de 2010 hubo cambios en las entidades de Tabasco que paso de grado alto a grado medio y Querétaro pasando del nivel medio al nivel bajo..

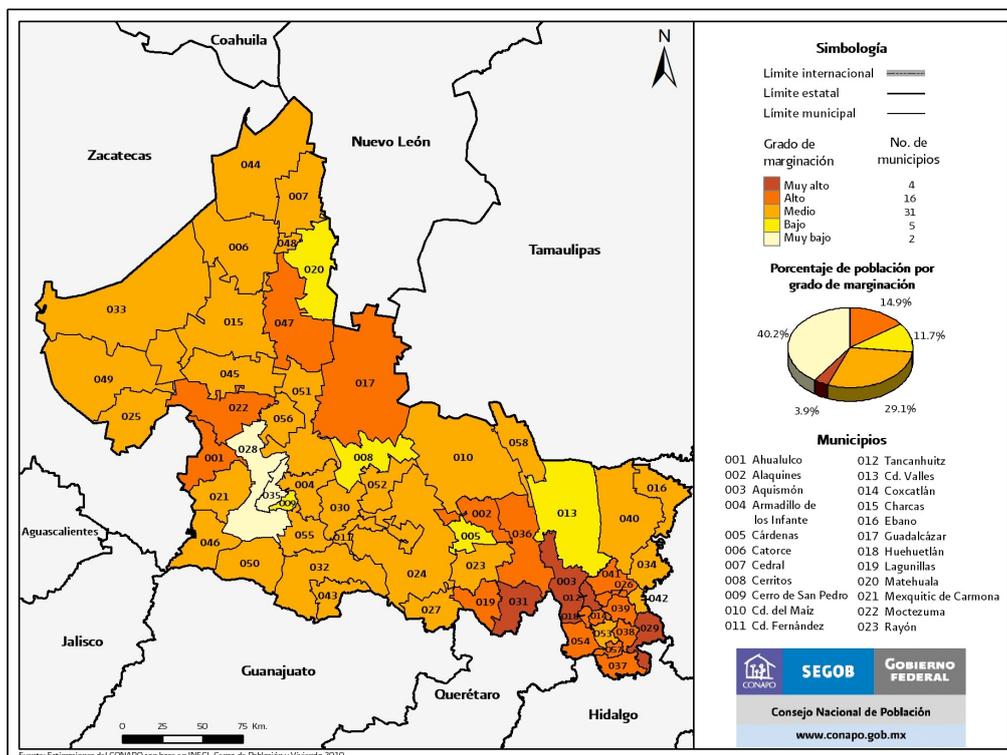


Figura 10: San Luis Potosí: Grado de marginación por municipio, 2010 Consejo Nacional de Población [2012]

El Estado de San Luis Potosí la marginación se ha mantenido en el nivel alto, a nivel municipal el mapa (Figura 10) presenta los grados de marginación en cada municipio del estado de San Luis Potosí en 2010, se aprecia de manera evidente el rezago del estado siendo la zona de huasteca sur con los niveles más bajos mientras que en las zonas restantes observamos una fluctuación entre el nivel alto y bajo, siendo así los municipios de San Luis y Soledad de Graciano Sánchez los únicos que se encuentran en un nivel muy bajo de marginación que bien se explica con lo mencionado anteriormente la disponibilidad de servicios básicos como un problema en poblaciones pequeñas ya que en el estado existe una gran dispersión poblacional, el cual se aprecia en el gráfico de la imagen, donde el 40 % de la población se concentra en los municipios antes mencionados, el siguiente porcentaje más elevado pertenece a la población que se encuentra en el nivel medio, el más distribuido en el estado, los municipios en la situación más precaria corresponden a poblaciones catalogadas como rurales indígenas..



Carga de la Enfermedad

El panorama de la salud global a lo largo del siglo pasado se ha transformado de manera impresionante, los humanos en este momento vivimos más años que en cualquier época y somos cada vez más, los esfuerzos globales por reducir la tasa de muertes infantiles ha provocado viraje en la reevaluación de las prioridades en salud pública ya que al reducir la mortalidad se ha mostrado un aumento en la morbilidad de enfermedades que generan discapacidad [Institute for Health Metrics and Evaluation, 2013].. Para llevar a cabo un proceso de decisión en salud es necesario contar con información sobre los factores que influyen y elevan la probabilidad de presentarse, ocasionalmente nos encontramos con la información que precisamente no brinda información suficiente sobre las posibles causas de la afección a la salud, ya que ésta puede estar fragmentada o es inconsistente por lo tanto es necesario implementar un proceso que facilite la integración, validación, análisis y difusión de la información para comparar la importancia de las causas sobre diferentes afecciones a la salud.. En 1993 el Banco Mundial comisionó el primer estudio para su reporte sobre desarrollo, la Carga Global de la Enfermedad (GBD por sus siglas en inglés) a la escuela de salud pública de Harvard y a la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se cuantificaron los efectos de más de 100 enfermedades y afecciones para ocho regiones del mundo durante 1990, dicho estudio introdujo una métrica Años de Vida perdidos Ajustados por Discapacidad (DALY's por sus siglas en inglés) que mide a carga de la enfermedad, riesgos y lesiones [World Health Organization, 2013b].. Durante el período 2000-2001 los países miembros de la OMS aportaron datos para producir estudios anualmente y crear una estructura que permitiera obtener el costo-beneficio para plantear prioridades sobre las enfermedades. Para 2004, 97 de 136 causas habían sido actualizadas entre las cuales se incluyeron todas las causas de importancia en materia de salud pública o con una aportación significativa de AVAD's [World Health Organization, 2013b].. Para 2010 la fundación de Bill y Melinda Gates aportaron los fondos para que el Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) de la universidad de Washington llevara a cabo el nuevo estudio sobre GBD. En esta renovación se implementaron nuevos métodos, desarrollados para evaluar causas y sintetizar la información en estimados de incidencia y prevalencia de las condiciones para las 21 regiones del planeta [World Health Organization, 2013b].. La medición del GBD tanto de enfermedades y lesiones es información crucial para generar políticas públicas en salud así como la comparación y evaluación de la contribución de factores de riesgo para las enfermedades y afecciones. Los estudios sobre GBD no sólo proporcionaron las primeras evaluaciones y comparaciones a nivel global y regional. Dicho estudio oferta una manera diferente para analizar las afecciones de salud gracias a sus indicadores que proporcionan un compuesto por la muerte prematura y los daños por llevar una vida con discapacidad o bien en enfermedad y las combinaciones que de éstas surjan con los niveles de gravedad (lozano, comparative risk assessment of burden of disease..., IHM).. Asegurar que el sistema de salud es adecuado a la población es un reto para los creadores de políticas públicas, los cuales deben ser capaces de comparar y evaluar los



efectos de diferentes enfermedad que causan mortalidad prematura, el GBD proporciona estimados de alta calidad de enfermedades y afecciones a la salud en comparación de estudios publicados para enfermedades específicas (estudios de morbilidad y mortalidad), la creación del GBD fue debido a que los investigadores observaron que al sumar las estimaciones de muerte por diferentes enfermedades en específico resultaban en más del 100 % de muertes, por lo tanto una ventaja del GBD es que las muertes sólo se cuentan una vez ya que cuenta el número de muertes en un años, los investigadores trabajaron para asignar una sola causa a cada muerte utilizando métodos innovadores que dan la oportunidad de estimar la discapacidad causada por más de una enfermedad [Institute for Health Metrics and Evaluation, 2013]..

Utilizar el GBD como indicador nos brinda información invaluable para mejorar la asignación o bien la administración del recurso destinado a la salud de una población, Murray [1994] establece que existen al menos cuatro objetivos importantes para llevar a cabo el GBD:

- Ayuda a la configuración del servicio de salud en etapas de intervención y prevención.
- Reconfigurar las prioridades del sistema de salud a través de la investigación.
- Ayuda a identificar los grupos poblacionales que mayor asistencia en salud requieran así como las intervenciones pertinentes.
- Proveer una medida de salida comparable para las etapas de intervención, programación, evaluación y planeación.

El GBD va más allá de una simple medida ya que puede es utilizada durante todo el proceso salud-enfermedad no sólo identifica sino que es posible utilizarle como pauta para observar mejoras en la salud de la población y en el aparato encargado de proveer el servicio de salud. A pesar de su corta existencia (apenas dos décadas) el GBD ha estado bajo un intenso escrutinio y modificación de sus métodos métricos no sólo matemáticamente hablando si no en la propia conceptualización de dicha herramienta, dicho de otra manera, el GBD publicado en la década de los 90's difiere de la conceptualización, aplicación e interpretación y su alcance a las publicaciones más recientes, con la entrada de mayor información proveniente de todos los rincones del globo estamos ante una transformación sustancial en la forma en que se ejerce la epidemiología y su alcance. La [Figura 11](#) representa

donde el GBD se sitúa en cada uno de los niveles ya que brinda la oportunidad de identificar amenazas, fuentes de exposición y el efecto en la salud en la población, la observación e implementación de intervenciones promueve el monitoreo de los tres anteriores, la divulgación de los hallazgos hasta el momento se da en ambientes específicos por lo que el GBD tiene su mayor impacto en ésta parte de optimizar ya que funciona como traductor de los hallazgos científicos en unidades que son entendidas de manera más sencilla para aquellos que se encuentren interesados en la salud pero que no necesariamente se encuentren inmersos en el mundo científico-académico, pero que tienen un peso significativo en la elaboración de políticas en salud, por lo que el GBD cuenta con ventajas y bondades sobre los métodos clásicos de la epidemiología.

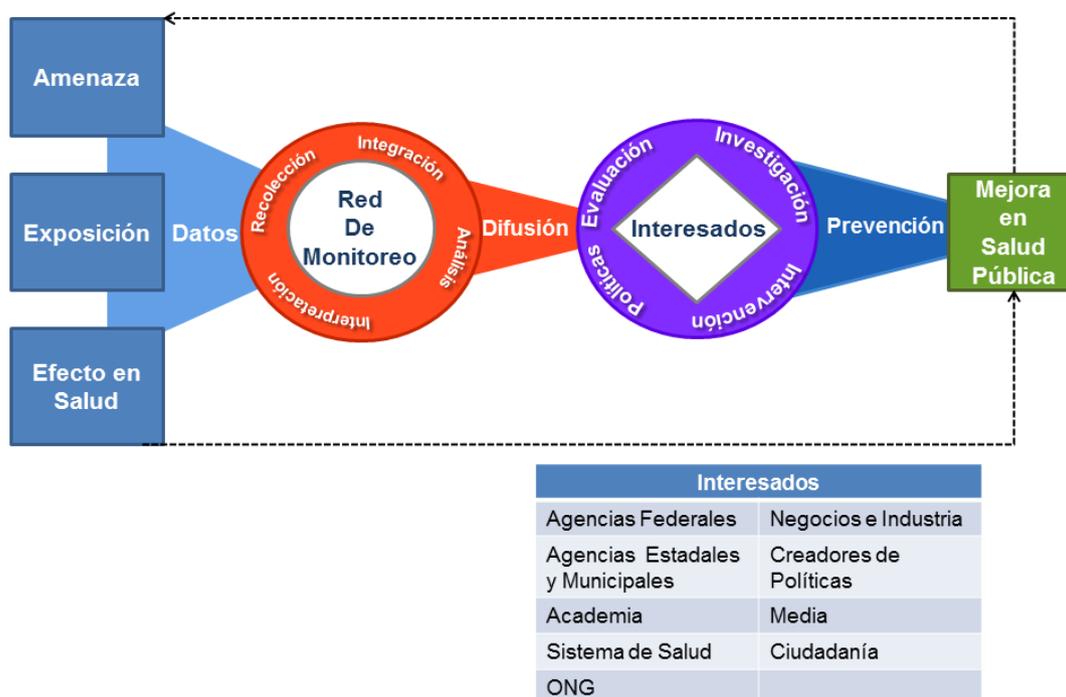


Figura 11: Optimización y Seguimiento de la Salud Pública Ambiental [Charleston et al., 2016]

¿Qué es el Carga de la Enfermedad?

Años de Vida Ajustados Por Discapacidad

Es una herramienta alternativa diseñada a principios de la década de los 90's que tiene como propósito cuantificar el *carga de la enfermedad*. La Ecuación 1 muestra como se obtienen los DALYs a través de la suma de YLD (years lived in disability/disease) y YLL (years of life lost)..

$$DALY = YLL + YLD \tag{1}$$

Los YLD cómo se muestra en la Ecuación 2 representan el número de casos (N) en un periodo de tiempo multiplicado por la duración de la enfermedad o discapacidad (L) y el peso de la enfermedad (DW). Los YLL son calculados como el numero de muertes en un rango de edad multiplicado por la esperanza de vida.

$$YLD = N \times DW \times L \tag{2}$$

Evaluación Comparativa del Riesgo

Se define como la evaluación sistemática de los cambios en la salud de una población como resultado de modificaciones en la exposición a un factor o grupo de factores de riesgo. Puede simplificarse a la pregunta ¿cuánto de la *carga de la enfermedad* observado en un año puede ser atribuido a una exposición o factor de riesgo? .

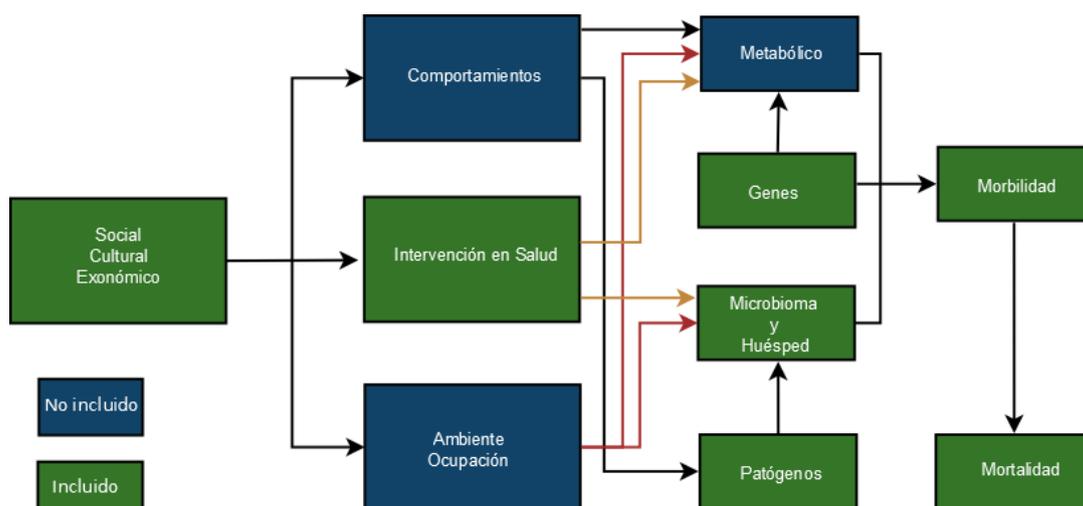


Figura 12: Enfoques del Modelo CAR

La Figura 12 muestra como se conceptualiza la información disponible y cuál ha sido incluida en los trabajos publicados de la OMS, se observa que los no incluidos corresponden a estilos de vida y características del ambiente donde la poblaciones se desarrolla, cabe resaltar que mediante el modelo CAR no es posible introducir el estudio de la DI idiopática ya que ésta no cuenta con una vía que describa como se gesta en el individuo, por otro lado, casos donde se conoce la etiología como en el Síndrome de Dawn o la fenilcetonuria es posible aplicar dicho modelo ya que las condiciones ya han sido asociadas y descritas como una afección genética y metabólica respectivamente. Sin embargo, el enfoque de red causal permite abordar conceptualmente la afección de manera más flexible, aunque la Figura 13 muestra causas fisiológicas y patofisiológicas por el momento se puede prescindir de las explicaciones ya que para el caso de la DI aún se encuentran en desarrollo, ya que se conoce el resultado (la afección en sí misma) y a través del presente trabajo se describen las causas distales y próximas.

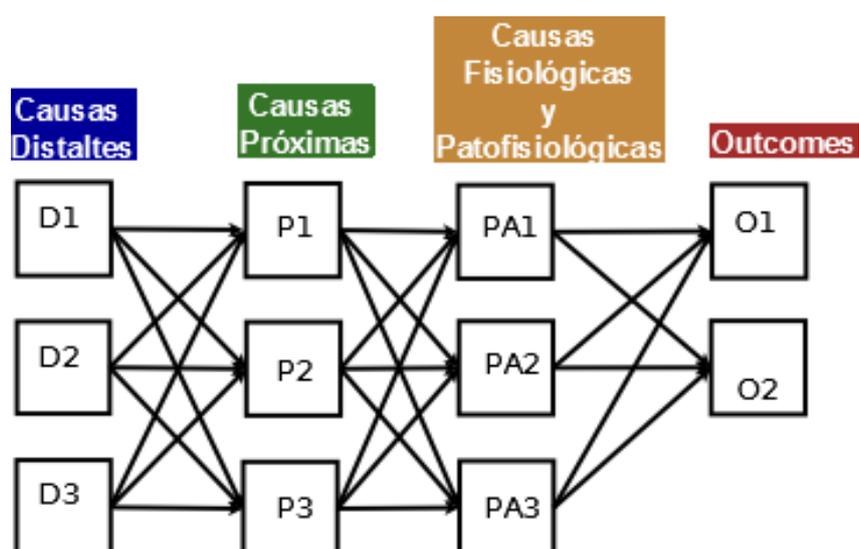


Figura 13: Red Causal

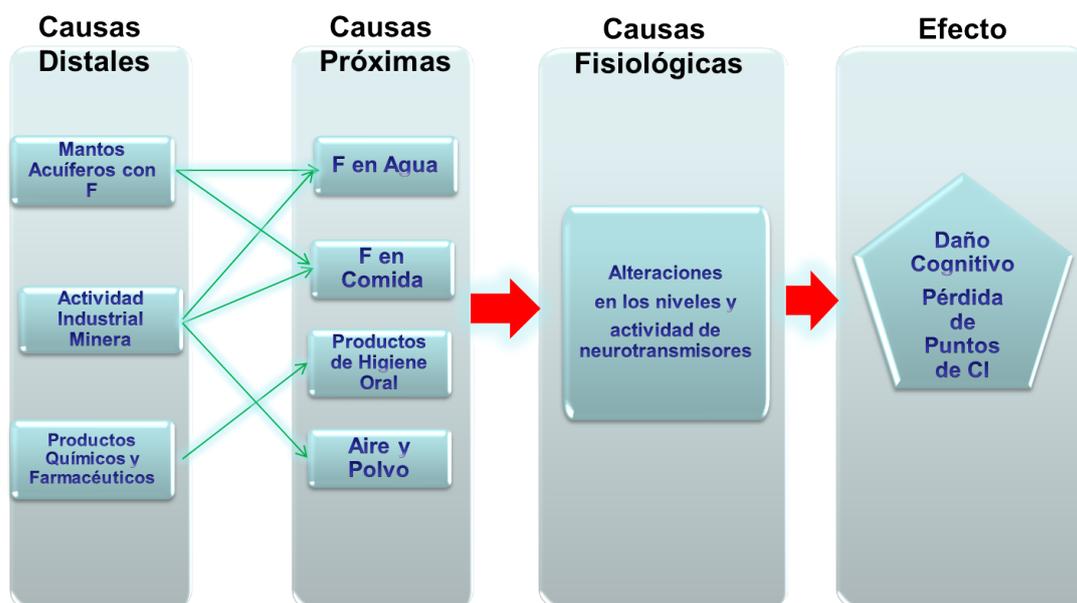


Figura 14: Red Causal de Flúor (Adaptación de la Propuesta por Lara-Rojas [2012]).

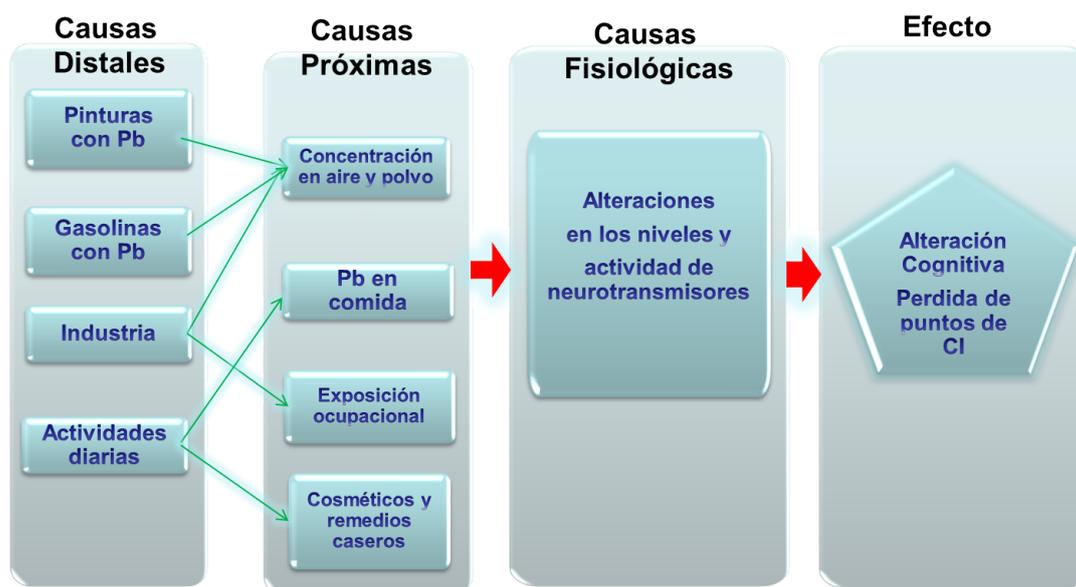


Figura 15: Red Causal de Plomo [Kay et al., 2000, Prüss-Üstün et al., 2003, Fewtrell et al., 2004].

Estimación de la Fracción Atribuible

También llamada Fracción de Impacto se define como: proporción de la reducción en el padecimiento que ocurriría si de la enfermedad o muerte atribuida a un factor de riesgo (expresado en riesgo relativo),

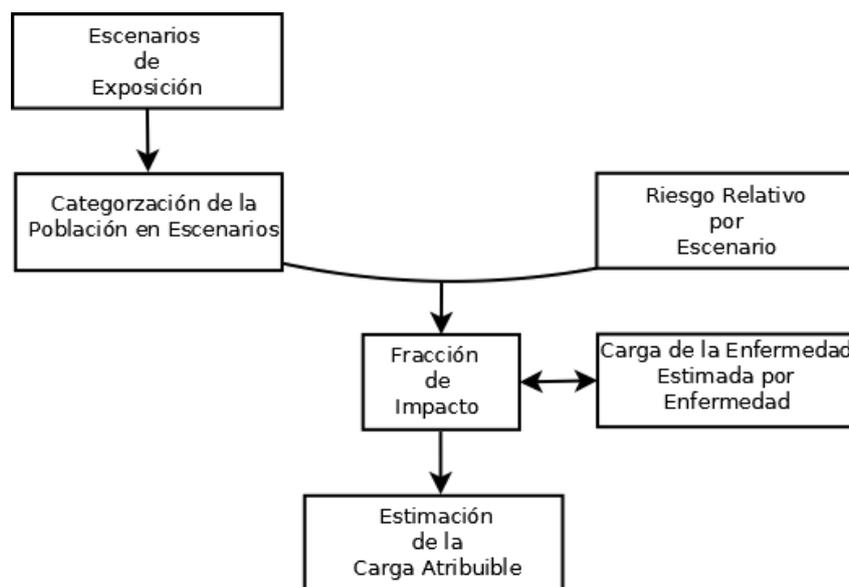


Figura 16: Scenario Based Approach

si el factor de riesgo se reducirá a cero la Ecuación 3 devuelve el cálculo, los autores Murray *et al.* [2003] recomiendan utilizar dimensiones de tiempo ya que sin ellas no es posible caracterizar casos donde la ocurrencia se retrasó en la ausencia de la exposición, de manera sencilla la Figura 16 muestra como se llega al cálculo de la carga atribuible desde la fracción de impacto cuando se trabaja con variables categóricas las cuales representan la construcción de escenarios de exposición, ésta metodología junto con la red causal permiten ahondar y describir cómo se ve afectado el desarrollo cognitivo cuando existen escenarios configurados por factores socioeconómicos y ambientales así como las consecuencias en calidad de vida de las personas que padecen o pudieran padecer la DI.

$$PAF = \frac{P(RR - 1)}{P(RR - 1) + 1} \quad (3)$$

Suponiendo que la población expuesta pudiera estar dividida en categorías de ordinales y nominales en cuanto a exposición con su propio riesgo relativo, la Ecuación 4 permite calcular la proporción en que se reduce en la población la incidencia de casos si se eliminara la exposición, de otro modo, la Ecuación 5 utilizada por Prüss-Üstün *et al.* [2003] nos devuelve la PFA que representa la proporción que se reduciría entre expuestos y la incidencia de casos si se eliminara la exposición, ambas permiten el cálculo de la fracción de impacto a través de para categorías, donde P_i es la proporción por categoría, RR_i es el riesgo relativo por categoría.

Tanto Prüss-Üstün *et al.* [2003] y Murray *et al.* [2003] describen la Ecuación 6 que calcula el potencial de la fracción de impacto para los casos de variables discretas, donde P' representa el cambio en la categoría o en el tiempo, finalmente resulta en la exposición cargada de riesgo de presentar la condición en la población evaluada a través de distribuciones diferentes que pueden obtenerse mediante condiciones contrafactuales o bien de la comparación a través del tiempo, la cual brinda información valiosa para la planeación de intervenciones y políticas públicas.



$$PAF = \frac{\sum_{i=1}^n P_i(RR_i - 1)}{\sum_{i=1}^n P_i(RR_i - 1) + 1} \quad (4)$$

$$PAF = \frac{\sum_{i=1}^n P_i RR_i - 1}{\sum_{i=1}^n P_i RR_i} \quad (5)$$

El potencial generalizado de la FI permite resultados desde un planteamiento contrafactual así como de índole de ensayo clínico o implementación de una intervención, siendo así la Ecuación 5 representa la forma simplificada de la Ecuación 6. Dada la Ecuación 7 la cual permite trabajar con una proporción contrafactual sino que el RR también puede tener ésta característica ofertando la posibilidad de ir por diferentes vías de obtención de la carga de la enfermedad, que en dicho caso será atribuible al factor de riesgo seleccionado.

$$PIF = \frac{\sum_{i=1}^n P_i RR_i - \sum_{i=1}^n P'_i RR_i}{\sum_{i=1}^n P_i RR_i} \quad (6)$$

$$PAF_{joasct} = \frac{\int_{x=0}^m RR(x)P(x) dx - \int_{x=0}^m RR'(x)P' dx}{\int_{x=0}^m RR(x)P(x) dx} \quad (7)$$

Prüss-Üstün *et al.* [2003] y GBD 2013 Risk Factors Collaborators [2015] recomiendan utilizar las ecuaciones 8 y 9 (respectivamente) cuando el factor de riesgo se encuentra expresado de manera continua por lo tanto es una excelente opción para trabajar con datos de neurotóxicos pero se perdería la posibilidad de trabajar con variables cualitativas que para efectos de estudio de riesgo representan un buena opción.

$$PIF_{joasct} = \frac{\int_{x=0}^m RR(x)P(x) dx - \int_{x=0}^m RR(x)P' dx}{\int_{x=0}^m RR(x)P(x) dx} \quad (8)$$

$$PAF_{joasct} = \frac{\int_{x=l}^u RR_{jasct}(x)P_{jasct}(x) dx - RR_{joas}(TMREL)_{jas}}{\int_{x=l}^u RR_{jasct}(x)P_{jasct}(x) dx} \quad (9)$$

Donde:

- PAF_{joasct} Fracción Atribuible en función de un factor de riesgo j , por afección o , debido a un factor de riesgo j , en un grupo de edad a , sexo s , país c y años t .

- RR_{jaosct} Riesgo Relativo en función de un nivel de exposición x por un factor de riesgo j , por afección o , debido a un factor de riesgo j , en un grupo de edad a , sexo s , país c y años t .
- P_{jasct} Distribución de la exposición para un riesgo j en un grupo de edad a , sexo s , país c y años t .
- $TMREL_{joas}$ *Theoretical Minimum Risk Exposure Level* por factor de riesgo j en un grupo de edad a y sexo s .
- l es el nivel más bajo de exposición y u el mayor.

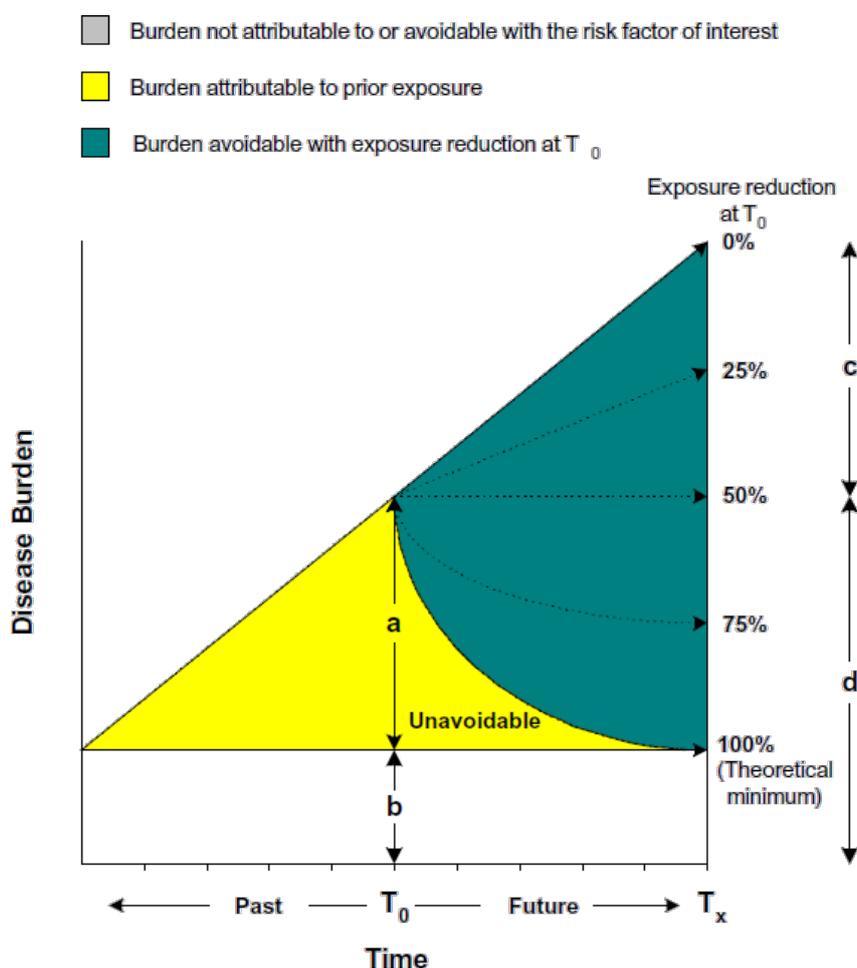


Figura 17: Carga Atribuible y Evitable de Murray et al. [2003]

La Figura 17 es una representación de los resultados que pueden ser obtenidos por las ecuaciones anteriores, la carga de la enfermedad además de crear escenarios donde ésta puede tomar diferentes interpretaciones como: a) carga no atribuible o evitable del factor de riesgo; b) carga atribuible a una exposición previa y c) la carga evitable con una reducción en la exposición, de tal forma que el resultado obtenido al aplicar ésta metodología y dependiendo de la ecuación usada es la interpretación que podemos dar al valor resultante que estará en función de las necesidades de la investigación ha realizar o realizadas. En éste caso la DI puede ser evaluada e interpretada en cada uno de los rubros antes mencionados, por ejemplo: cuánta carga de la discapacidad es atribuida o evitada cuando los factores socioeconómicos; cuánta carga es atribuida a la presencia de un neurotóxico como el F o el



Pb y la carga evitable cuando existe un cambio en los factores socioambientales o bien la carga atribuida después de realizar una intervención con los pacientes. Cabe resaltar que aunque el mínimo teórico es cero sólo es un referente ya que para el caso de la DI no sería posible reducir el riesgo aunque las ecuaciones trabajan con un el mínimo teórico de cero.

Carga de la Enfermedad Atribuible

La *carga atribuible* (Ecuación 10) se estima mediante la comparación entre los resultados en la salud (*outcomes*) y las observaciones de aquellos que se encuentran en diferentes condiciones de riesgo y exposición. Dado que diferentes riesgos llevan a diversas afecciones a la salud, la evaluación se ejecuta de manera separada, para cada riesgo existe un efecto en la salud.

$$AB_{jasct} = \sum^W DALY_{oasct} \times PAF_{joasct} \quad (10)$$

Donde:

- AB_{jasct} Carga atribuible a un factor de riesgo j en un grupo de edad a , sexo s , país c y años t .
- $DALY_{oasct}$ Debido a enfermedad o causa o , en un grupo de edad a , sexo s , país c y años t .
- PAF_{joasct} Fracción de impacto Atribuible por afección o , debido a un factor de riesgo j , en un grupo de edad a , sexo s , país c y años t .

El IHME ha desarrollado una [herramienta](#) que da la oportunidad de vislumbrar el estado de la DI a través de la metodología de la carga de la enfermedad, aunque dicha institución no menciona la procedencia de los datos, es posible deducir que los resultados mostrados fueron elaborados mediante información recabada por metanálisis y aplicación de simulaciones para aproximarnos a la situación de México ([Figura 18](#)) y San Luis Potosí ([Figura 19](#) y [Figura 20](#)) de 1990 a 2013, donde ambos casos, la DI ha incrementado su perfil como afección en niños de 5 – 14 años situándose como la tercera causa que aporta más años vividos con DI idiopática. Dichas publicaciones son lo más cercano a un descripción de uan prevalecia de la DI. Sin embargo, en la revisión de la herramienta del IHME sólo el Pb se encuentra como causa de la discapacidad y a nivel global la DI no aporta cantidades importantes de años de vida ajustados por discapacidad.

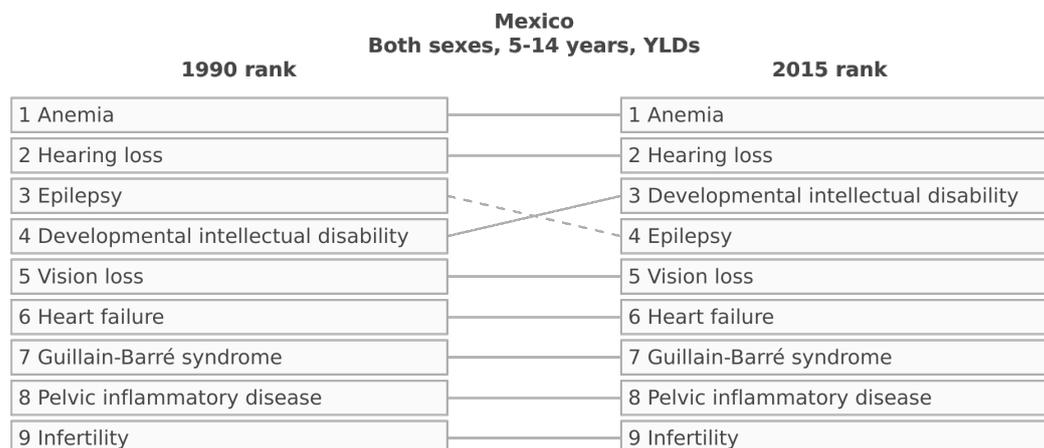


Figura 18: Ranking de YLDs a Nivel Nacional

San Luis Potosí Both sexes, 5-14 years, YLDs per 100,000	
1990 rank	2013 rank
1 Anemia	1 Anemia
2 Hearing loss	2 Epilepsy
3 Epilepsy	3 Intellectual disability
4 Intellectual disability	4 Hearing loss
5 Vision loss	5 Vision loss
6 Heart failure	6 Heart failure
7 Guillain-Barré syndrome	7 Guillain-Barré syndrome
8 Pelvic inflammatory disease	8 Pelvic inflammatory disease

Figura 19: Ranking de YLDs en SLP

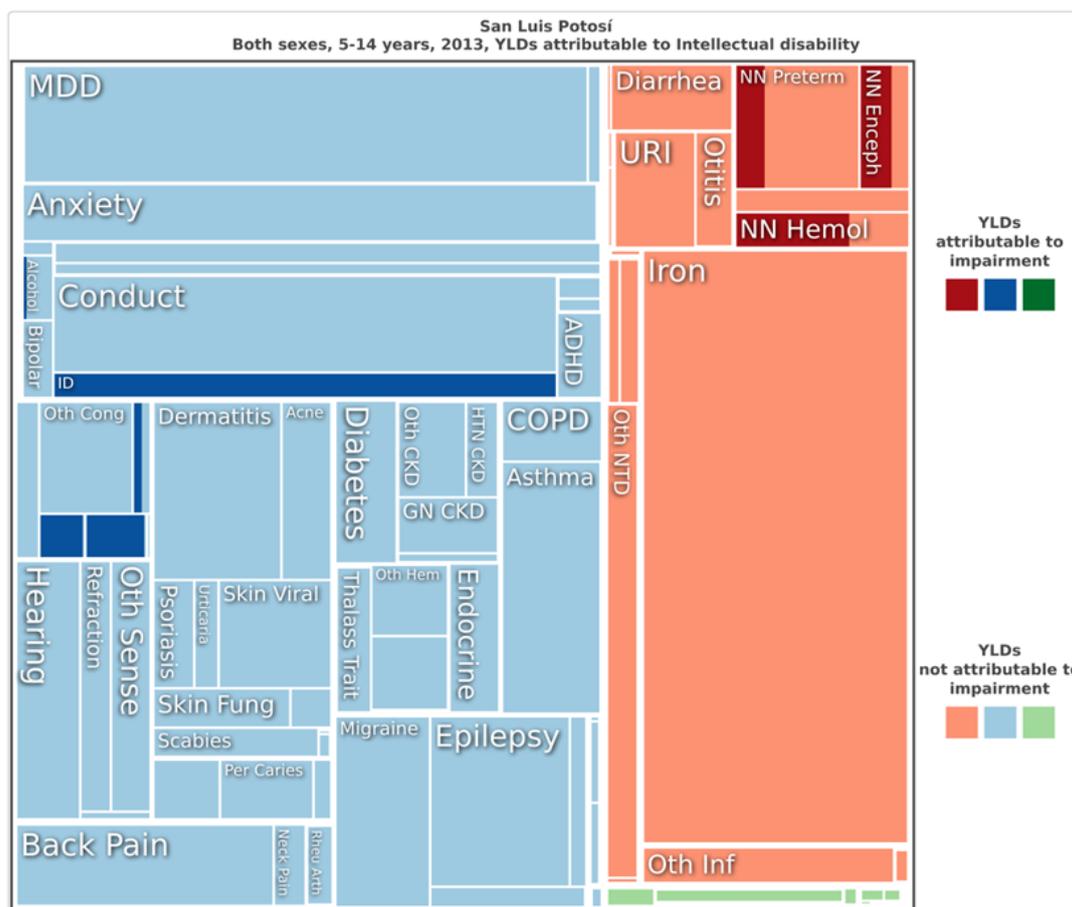


Figura 20: YLDs Atribuibles a la Discapacidad Intelectual

En una revisión más exhaustiva de la herramienta del IHME se encontró que conforme el rango de edad va creciendo la discapacidad intelectual tiene menos carga, que como se mencionó anteriormente más allá del diagnóstico no se encuentran comorbilidades con otras afecciones más allá de las que se presentarían por características propias del sujeto y de su estilo de vida, al ser una condición no fatal y con grados altos de autonomía su inadvertencia se incrementa. A diferencia de otras afecciones del mismo espectro de salud



mental la DI no perfila para ser un problema de salud pública, siendo una condición altamente silenciosa y no dimensionada.



Discusión de la segunda parte

La pregunta planteada por Bird [2005].

¿Es que el mal funcionamiento entre las personas que tienen trastornos mentales les lleva al contexto precario o les hace mantenerse en él, en una espiral de movilidad social descendiente, o es que estar en un contexto así genera suficiente adversidad y mal funcionamiento en las personas que esto, a su vez, genera psicopatología?

La importancia del ambiente en el que se desarrolla el niño como factor de riesgo puede situarse, no en la presencia o ausencia como tal sino en el impacto que puede generar otros factores de riesgo que, a su vez, se relacionan de manera directa provocando la aparición de una psicopatología. La ocurrencia de dichos factores están en función del ambiente en el que se desenvuelve ya sea porque están inmersos dentro del ambiente o bien, ocurren simultáneamente. El ambiente puede ser capaz de crear un contexto en el que surgen comorbilidades psicopatológicas. Un contexto precario llevará consigo un efecto directo en otras adversidades, la formación de situaciones vitales estresantes, un un impacto , quizás más directo en la aparición de psicopatología, las condiciones comórbidas que ocurren en el contexto precario facilitan el aumento de la probabilidad de que se generen otros efectos adversos. Desde la perspectiva de la psicopatología y su etiología existe controversia sobre si la asociación entre contextos precarios y psicopatología es una cuestión de selección o de causa social [Bird, 2005].

El estudio del desarrollo infantil devela la fragilidad del mismo, y como éste se relaciona o depende de múltiples factores biológicos y socioculturales aunado a la susceptibilidad de cada individuo, los efectos serán diferentes, el desarrollo infantil considerado como resultados dinámicos de la transacción entre el niño, la familia, la escuela, la comunidad y la sociedad [Hermida *et al.*, 2010]. Según Jerome M. Sattler [1988] los factores perinatales que influyen en el desarrollo de la inteligencia, incluyen las siguientes variables:

- Prenatales (feto anormal, accidentes prenatales).
- Del proceso general del nacimiento.
- Neonatales (lesión cerebral, hemorragia y otras disfunciones físicas).

Existen además, factores maternos que influyen en la capacidad intelectual, es decir, que dependen del estado de salud y condiciones de vida de la madre, como por ejemplo: la presencia de algún padecimiento, aumento de peso, presión sanguínea, escaso aumento de peso en el embarazo, edad materna extrema, tabaquismo, ansiedad, anormalidades pélvicas y dificultades en embarazos anteriores [Jerome M. Sattler, 1988]. Durante un estudio de la condición física en el momento del parto de niños de bajo nivel socioeconómico (NSE) realizado por Vandenberg & Williams en 1968 indicó que los factores perinatales no se



relacionaron con los CI de la prueba Stanford-Binet sin embargo el grupo de niños en condición física precaria al nacer, tuvieron un mayor número de hijos con altos o bajos CI, comparado con el grupo en condiciones físicas inalteradas, Yarcorzynsky & Tucker en 1960 encontraron un porcentaje elevado de niños brillantes, al igual que de menos brillantes en un grupo de niños de partos complicado. En 1977 Rubin & Balow concluyeron que las anomalías perinatales no son bastión para determinar el desempeño escolar o estado emocional. Hardy en 1973 menciona que durante la vida intrauterina la aparición de un problema, suele reducir el potencial genético para el desarrollo intelectual (y físico) [Jerome M. Sattler, 1988].

Como se pudo leer en los párrafos anteriores, la discusión sobre factores socioeconómicos y su relación con el desarrollo cognitivo no es nuevo ya que surgen como contrapeso a los estudios eugenésicos que trataban de dar una explicación a las diferencias observadas de CI observadas en diversas poblaciones, una vez abandonadas las líneas genetistas de la inteligencia el desarrollo de investigación se ha centrado en buscar causalidad en otros nichos sin el propósito de encontrar diferencias sino explicar las causas de una disfunción en el desarrollo del infante, lo cual permite el desarrollo y replanteamiento de conceptos y metodologías que ayudan tanto al crecimiento del conocimiento científico como a la mejora de los sistemas de salud, los que padecen la DI y los que vienen en camino.

Continuando con lo dicho en la primera discusión cabe resaltar que a la presencia de neurotóxicos se suman las características socioeconómicas del espacio geográfico donde los ocurre el desarro, configurando un espacio que implica riesgo ambiental y desventajas sociales, por lo tanto estamos frente a una situación desconocida ya que si bien no hay vías establecidas causalmente sobre como afectan los neurotóxicos tampoco existen explicaciones de cómo las características socioeconómicas del entorno afectan el desarrollo cognitivo y a su vez, como plantea Bird [2005] en su pregunta, cómo la DI puede reconfigurar el espacio socioeconómico, ante éste planteamiento la presencia de neurotóxicos queda en segundo plano ya que desde las investigaciones mencionadas por Eysenck [1987] y Lewontin *et al.* [1984] hasta Rocha-Amador [2005] se han ido inclinando hacia factores socioeconómicos y del entorno más que a etiologías con fundamento en la genética y la presencia de neurotóxicos los cuales sólo explican hasta un 4 % de la disminución de habilidades cognitivas.

Desde lo anterior, la situación parece indicar que la intención de establecer una causalidad determinista sobre las diferencias entre puntajes de CI y por consiguiente el diagnóstico de una DI obedece a un número considerable de factores y que las propiedades emergentes de la relación entre el entorno social y el ambiente crean un espacio con desventajas y de riesgo para el desarrollo cognitivo y por ende no sea posible identificar un factor dominante que invita a replantear la visión y concepción de su relación, por lo tanto es menester aplicar y desarrollar nuevas metodologías que permitan abordar la problemática que aquí se plantea.

La carga de la enfermedad supone una herramienta que ayudará a investigar y entender desde una perspectiva ecléctica el caso de la DI ya que de desde ésta es posible acercarse a responder la pregunta de Bird [2005]. La carga de la enfermedad permite determinar la cantidad de años de vida afectados por la DI cuando ésta se da en contextos socioambientales perjudiciales para el infante, dando a los factores socioambientales un matiz de riesgo permitiendo desarrollar resultados e inferencias desde lo cauntitativo y cualitativo. Si bien los factores socioeconómicos no se encnuestran incluidos en los estudios de carga de la enfermedad debido a la construcción heterogénea tanto de conceptos como instrumentos



para medir dichos factores socioeconómicos. En México, a través de los productos de CONAPO es posible trabajar las metodologías de la OMS desde con la perspectiva del riesgo así como dar un enfoque de lo que implica vivir con DI así como dimensionar el efecto de un contexto con características socioambientales particulares.



Parte III



Planteamiento

Justificación

Zhen *et al.* [2008] declaran que la prevalencia de la DI oscila entre 1 y 2.5 % de la población, de ese porcentaje, se estima que el 50 % de los casos carecen de etiología como consecuencia de la falta de estudios y limitantes en la detección de asociaciones propias de la epidemiología convencional. Se carece de información sobre las implicaciones del alto riesgo de discapacidad mental debido a factores asociados con la marginación, así como la influencia de exposición a diversos agentes ambientales que son sospechosos de ser factores de riesgo en casos de deterioro cognitivo con etiología desconocida, lo cual conlleva a la pérdida de calidad de vida del sujeto cuando la alteración del desarrollo cognitivo se presentó durante la niñez. El deterioro cognitivo contiene importantes implicaciones socioeconómicas y de salud pública, ya que tiene un costo estimado por persona de 1,014,000 USD durante la vida del sujeto, así como problemas de acceso laboral, por ende, la discapacidad intelectual carece de estadísticas confiables que señalen cuales son las consecuencias sociales de su presencia en nuestro país.

Santana Castañeda *et al.* [2011] afirman que cambios demográficos impactan en el peso de las enfermedades, ya que la heterogeneidad en la distribución de la población ocasiona diferencias en las condiciones de vida, resultando en disparidades del desarrollo cognitivo en los infantes de un territorio determinado como afirma Bird [2005], aunado a este fenómeno es necesario remarcar que la curación lamentablemente no es una opción para aquellos que sufren de un bajo nivel de desarrollo cognitivo, por ende es necesaria la aplicación de herramientas como la carga de la enfermedad para determinar el nivel de riesgo y vulnerabilidad de la población infantil en un escenario determinado y así facilitar el diseño de estrategias para las etapas preventivas y prospectivas de dicha enfermedad, debido a que los actuales indicadores de salud (morbilidad y mortalidad), ahora considerados como clásicos [Garz Duque, 2012], son limitados tanto para el diseño de intervenciones que ha de ejecutar el estado, como para evaluar la asociación del desarrollo cognitivo ante de factores de riesgo y vulnerabilidad.

El efecto directo de la marginación en la psicopatología, en éste caso el desarrollo cognitivo, no siempre es medible. La marginación es un factor de riesgo que impacta, pero no de forma directa, sino que su importancia se refiere a la proliferación de otros factores de riesgo que bien pueden estar directamente relacionados con la presencia de psicopatologías. Aparte de la aparición de nuevos factores que ocurren simultáneamente en situación de marginación, también se hace referencia a la frecuencia con que ciertos eventos de riesgo se presentan en dicho contexto, ocasionando comorbilidad con otras patologías. Este fenómeno es observable y la evidencia es el rendimiento escolar de los infantes, que aun en



contexto de marginación es diferente, por lo tanto nos encontramos con dos fenómenos: el riesgo y la vulnerabilidad de los infantes dentro de su contexto [Bird, 2005].

Dado que el desarrollo cognitivo es un período crucial de la infancia así como vulnerable, detectar y comprender los riesgos a los que está expuesto como son los contextos de marginación y presencia de neurotóxicos como el F y Pb, a esto se suma una falta de comunicación entre los interesados en la salud, dicha falta puede ser producto de diversos factores como: desconocimiento entre interesados, actividades que realizan, tipo de información que manejan por mencionar algunos. Instituciones como el CDC y la WHO conscientes de dicha problemática han desarrollado modelos y herramientas metodológicas que invitan al diálogo entre interesados en la salud. Usar una herramienta como es la carga de la enfermedad permite cuantificar tanto el riesgo que implican los escenarios marginados y presencia de neurotóxicos así como determinar cuánto están atribuyendo en años vividos con DI, éste tipo de resultado es de suma importancia ya que facilita el establecimiento de prioridades ajustadas al escenario particular así como informar sobre una condición de la cual existe poca información oficial, el estudio del desarrollo cognitivo, inteligencia y discapacidad intelectual idiopática se ha mantenido relegado a la investigación científica por lo tanto contribuir a la generación de información sobre éstos desde la carga de la enfermedad permitirá comparar con otras afecciones a la salud así como continuar la investigación y generación de información desde otro enfoque. El cómo fue el desarrollo cognitivo tiene implicaciones que aunque sean perceptibles o no estas pueden generar desventajas que se interponen en llevar una vida plena y digna, por lo que un desarrollo cognitivo afectado va más allá de una amenaza a la salud pública ya que la línea entre factores biológicos propios del desarrollo, la intromisión de un neurotóxico o bien el entorno socioeconómico y cultural no sólo es fina sino que es difícil de definir por lo que la carga de la enfermedad es buena opción para intentar aproximarse y analizar de manera cuantitativa y cualitativa.

De tal modo que realizar análisis de éstas características implicaría la integración de nuevos agentes a la discusión del desarrollo cognitivo para evaluar las medidas pertinentes para mitigar el riesgo que le implica al desarrollo cognitivo que el infante viva en condiciones de marginación y exposición a neurotóxicos siendo así que se pueda iniciar un proceso de vigilancia y mejoramiento donde centros de investigación, instituciones de salud y desarrollo social como económico estén involucrados.

Objetivo General

Determinar los años vividos con discapacidad en consecuencia de un CI bajo que son atribuidos a desarrollarse en escenarios de marginación con o sin presencia de flúor y plomo en el estado de San Luis Potosí.

Objetivos Específicos

- Selección y tratamiento de Datos
- Desarrollo de Escenarios



- Realización de un Análisis Estadístico de los Datos
- Obtención de Riesgo Relativo
- Cálculo de DALYs por CI
- Determinación de la Fracción Atribuible a Escenarios



Metodología

Población

La población utilizada para el presente trabajo fue obtenida de tres bases de datos pertenecientes a tres tesis Machado Estrada [1999], Rocha-Amador [2005] y Villaseñor-Lozano *et al.* [2014]. En dichos trabajos se efectuaron análisis estadísticos para encontrar la relación entre el CI y la presencia de neurotóxicos como el Pb, F y As. Para recabar la información se seleccionaron sitios del estado de San Luis Potosí en los cuales se sospechaba o bien la presencia de neurotóxicos estaba documentada. Dichas bases de datos contienen información sobre coeficiente intelectual, Nivel de Marginación, nivel socioeconómico, sitio así como concentraciones de Pb y F. A partir de las bases de datos se optó por trabajarlas de tres maneras diferentes: 1) base de 2012 por separado ya que al contar con el nivel socioeconómico de (AMAI) ayuda a ajustar el NM, 2) integración de las tres bases a partir del NM y tipo de zona y finalmente 3) integración a partir de los neurotóxicos Pb y F.

Cabe mencionar que entre las bases de datos no existe mayor relación que las variables medidas y en el cómo se midieron así como la forma en que se seleccionó a los participantes. El proceso de selección implicó ir a escuelas que se encontraran en el sitio de interés y hacen una invitación general a participar en el respectivo proyecto. La obtención de la información les implicó largas jornadas de trabajo tanto en laboratorio como en aulas para aplicar los instrumentos para evaluar la parte psicológica así como la aplicación de cuestionarios para obtener información general sobre la población participante.

Material

Coeficiente Intelectual

Para categorizar el CI de las diferentes bases de datos se comparó la \bar{X} con los rangos del CI como muestra la [Figura 21](#); en la base de datos de 2012 y de neurotóxicos se utilizó el rango anterior mientras que en la integrada se mantuvo el rango en el que se encuentra la \bar{X} .

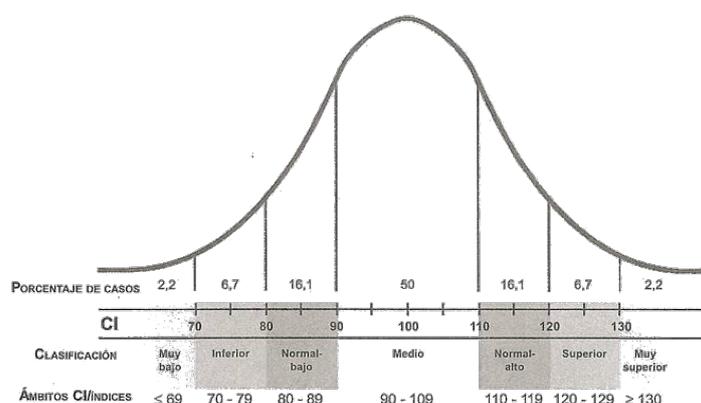


Figura 21: Interpretación y Clasificación de la Curva Normal del CI

Nivel Socioeconómico

Debido a que el nivel socioeconómico no se obtuvo a través de la misma prueba entre las bases de datos sólo pudo ser utilizado para los cálculos de la base de 2012 donde dicha variable fue utilizada en su forma continua y categorizada. En las bases de datos restantes se utilizó la categorización de la variable zona como sustituto del nivel socioeconómico.

Nivel de Marginación

Mediante la revisión bibliográfica fue posible agregar el nivel de marginación al que perteneció el sujeto evaluado durante los años 2005 y 1999, cabe resaltar que aunque CONAPO advierte que los niveles de marginación de diferentes ediciones no son comparables para efectos de prueba de la metodología se hizo caso omiso de dicha recomendación. Debido a la naturaleza del diseño metodológico del que provienen las bases de datos, el nivel de marginación permite trabajar de manera desagregada ya que existe un nivel de marginación calculado para la unidad más pequeña (AGEB) así como para el nivel municipal y estatal, resultando en una mínima pérdida de datos debido a la falta de información de la procedencia del sujeto.

Plomo y Flúor

Para el caso de los neurotóxicos se integraron a todos los sujetos de las tres bases de datos originales que contenían niveles de concentración de los neurotóxicos. A través de los resultados de Fewtrell *et al.* [2004] y Lara-Rojas [2012] definió el condicional para



categorizar al Pb en $< 5\text{mg/dl}$ y $> 5\text{mg/dl}$, mientras que el F se categorizó en $> 1,5\text{mg/L}$ o menor para aplicar la metodología de Prüss-Üstün *et al.* [2003].

Riesgo Relativo

Debido a que la metodología de Prüss-Üstün *et al.* [2003] requiere trabajar con riesgo relativo se buscó una alternativa al cálculo aritmético del mismo, la revisión bibliográfica indicó que a través de la regresión logística es posible obtener razón de momios, los cuales pueden ser utilizados como riesgo relativo siempre y cuando la significancia de la variable en cuestión sea $p \leq 0,05$. Para realizar la regresión logística fue necesario categorizar las variables CI, Nivel Socioeconómico, Nivel de Marginación y las concentraciones de Pb y F. Las regresiones logísticas fueron realizadas mediante la combinación de las variables elegidas de forma ajustada así como de interacción entre las variables independientes. Para la obtención del RR, necesario para el cálculo de la carga de la enfermedad debida a un factor(es) implicó la aplicación de dos vías: 1) obtención aritmética, a través de las tablas de contingencia; 2) mediante regresión logística simple y múltiple. Para el Segundo caso se transformaron los coeficientes de regresión en razón de momios y se utilizaron directamente como riesgo relativo bajo las reservas en la significancia ($p < ,05$) que describe Aedo *et al.* [2010].

Fracción de Impacto y Carga atribuible

Cabe mencionar que la DI al no ser fatal no es posible calcular los YLL por lo tanto los YLD y DALYs tendrían el mismo valor, para el presente trabajo se obtuvo por hablar en términos de YLD. Por otro lado, al aplicar la ecuación 2 se utilizó un $DW = ,031$ proveniente de tablas proporcionadas por la OMS y una $L = 67,75$ que se determinó mediante la sustracción de la \bar{X} de la edad en la base de datos a la esperanza de vida para México, ambas como constantes, y $N = (\%) \text{casos observados de } CI \leq 79$, por lo tanto las diferencias de YLD entre las bases de datos está en función de la proporción del $CI \leq X$. Para la fracción de impacto se aplicaron las ecuaciones 3, 4 y 5. Cubierto lo anterior se determina la carga de la enfermedad atribuible simplemente multiplicando el resultado obtenido de YLD y de la FI para obtener la carga atribuible como muestra la ecuación 10.



Parte IV



Determinación de la Carga del CI Atribuible a Escenarios Ambientales y Socioeconómicos

Análisis Estadístico

Descriptivos

Base de Datos de 2012

Dicha base está compuesta por 173 observaciones, la [Figura 22](#) muestra la distribución del CI con forma leptocúrtica y una $\bar{X} = 80$ la cual se encuentra 20 puntos por debajo de la \bar{X} esperada. La [Tabla 2](#) muestra el resultado de la codificación del CI cuando es ≤ 79 en % así como el esperado, resaltando que hay 35 % de casos de $CI \leq 79$. En la [Figura 23](#) se observa la distribución del CI categorizado por sitio de muestreo, siendo Tocoay el sitio con mayor porcentaje de casos de $CI \leq 79$, a éste le siguen Cedral y Cuatlamayan, en la categoría > 79 el sitio Industrial San Luis reporta el mayor porcentaje siguiendo Tercera Chica y Cedral. Los sitios muestrados fueron clasificados originalmente con el tipo de zona, clasificando el CI por zona como se ve en la [Figura 24](#) se observa que el mayor porcentaje de niños con $CI \leq 79$ pertenece a las zonas rurales indígenas las cuales contienen aproximadamente 10 % más que las zonas urbanas y rurales, por otro lado, la diferencia entre la zonas urbanas y rurales sólo fue de 3 %.

Las categorías de CI distribuidas por NSE ([Figura 25](#)) señala que el nivel E alberga el mayor porcentaje de $CI \leq 79$ de manera gradual el (%) va disminuyendo hasta que los niveles C, C+ presentan los números más bajos mientras que el nivel A/B no reportó observaciones.

La [Figura 26](#) muestra la distribución por nivel de marginación de CONAPO, cuando el $CI \leq 79$ los niveles de marginación que más reportan es el Muy Alto (48%), Alto (43%) y el nivel Medio sólo reportó un 9 % de los casos. Para la ?? se combinaron el NSE y de marginación, los porcentajes más bajos de $CI \leq 79$ y niveles socioeconómicos se encuentran en el nivel Medio de marginación, donde los NSE C+ y A/B no reportaron observaciones, el nivel Alto alberga porcentajes más altos de $CI \leq 79$ sin embargo cabe resaltar que el NSE E fue el cuarto más bajo, igualmente en ésta categoría no hay casos con NSE A/B. Por otro lado el nivel de marginación Muy Alto sólo registro observaciones en los NSE más bajos E, D y D+, éste último con sólo 1 % de observaciones, por lo tanto se presenta la duda de qué tan frecuente es encontrar un NSE alto en un escenario de marginación Muy Alta.



Base de Datos de Integrada

En la [Figura 29](#) se presentan los 336 niños que componen la base, el CI con una $\bar{X} = 88$ fue categorizado en ≤ 89 y > 89 que resulto en un $\pm 25\%$ de diferencia con sus pares de (%) esperado ([Tabla 13](#)). Categorizando el CI por Sitio de muestreo, salvo el caso de Cuatlamayan y Tocoy que no registraron niños con $CI > 89$ mientras que SLP y Soledad tienen el mayor porcentaje de éste, en la siguiente categoría se observa una reducción de 10% y 6%, el resto de sitios presentan poca diferencia entre las categorías. Se resalta que, categorizando por Zona, la urbana y la rural indígena presentan una diferencia de 20% de los casos donde el $CI \leq 89$ ([Figura 31](#)) siendo la zona urbana la que más casos aporta al estudio, la zona indígena y rural mantienen una diferencia mínima. El NM reportó cuatro categorías ([Figura 32](#)) donde el nivel Medio es el que menos casos de $CI \leq 89$ presenta, sólo ocho por ciento mientras que el Alto presenta el mayor porcentaje de casos (46%) que duplican al Nivel Muy Bajo y Muy Alto. Combinando la Zona y Marginación se obtuvo la [Figura 33](#) donde la Zona rural indígena sólo se presentó en el NM Muy Alto y la rural en el NM Alto. Agregando el CI categorizado a la figura anterior se obtiene la [Figura 34](#) donde se puede apreciar cierta similitud en la distribución de la población entre ambas gráficas, el porcentaje de $CI \leq 89$ se mantiene por encima del 15% de casos salvo en la población que se encuentra en el NM Medio y que vive en una zona catalogada como urbana.

Base de Datos de Neurotóxicos

Tanto la base creada a partir del F y Pb presentaron una $\bar{X} = 94$ en sus 203 y 220 observaciones de CI respectivamente como se ve en la [Figura 37](#), una vez categorizado el CI se presentó una diferencia entre el porcentaje encontrado y esperado de 12% y 8% de las categorías del CI.

El Pb con distribución no normal tuvo una $\bar{X} = 6,7 \mu g/dL$ en sangre ([Figura 38](#)) con un mínimo de 1,5 y máximo de 19,43. El F con distribución no normal tuvo una $\bar{X} = 3,1 mg/dL$ con un mínimo de 0,55 y máximo de 10,94 ([Figura 39](#)). Ambos neurotóxicos sobrepasan los límites permisibles.

Por otro lado, el NM Muy Bajo reportó mayor porcentaje dentro del $CI \leq 89$, el nivel Medio presentó una diferencia de casi el 20% con respecto al anterior mientras que el nivel Alto registró 38% del total de casos ([Figura 40](#)).

Al categorizar el Pb en $\geq 5 \mu g/dL$ o < 5 e incluir el CI se observa que el ≥ 5 y $CI \leq 89$ representa el 73% de los casos ([Figura 41](#)). Al incorporar el NM como se ve en la [Figura 42](#) el Pb5 tuvo el mayor porcentaje de casos $CI \leq 89$ en todo el espectro de la marginación, en el $Pb < 5$ en la menor diferencia se reportó en el nivel medio, con una diferencia de dos puntos porcentuales, en el caso de la marginación en nivel Muy Bajo y Alto la diferencia fue de más de diez puntos porcentuales.

En la [Figura 43](#) se presenta la distribución del CI codificado por F codificado en ≥ 0 o $< 1,5 mg/L$ donde éste último presentó un porcentaje bajo con respecto a su contraparte, terminando en una diferencia de poco más del 50%. Incluyendo el NM se observa como en la [Figura 44](#) el NM Alto con $F \geq 1,5$ contiene el porcentaje más alto de $CI \leq 89$, en el nivel Medio presentan los porcentajes más pequeños para ambas categorías de F, sin embargo, las categorías Muy Bajo y Alto presentan el mayor porcentaje de casos de $CI \leq 89$ cuando el $F \geq 1,5$, al comparar con sus contrapartes de nivel de F se observa que en las mismas categorías la diferencia porcentual es de 20 puntos.



Modelos de Regresión Logística

Base de Datos de 2012

Las ventajas del software permitieron aplicar la regresión logística desde dos fuentes de datos diferentes: 1) tablas de contingencia y 2) la base de datos sin alteraciones, ambas arrojaron resultados diferentes.

El modelo logístico obtenido de las tablas de contingencia ([Tabla 3](#)) muestran que los niveles D, D+ y C de NSE son significativos al momento de explicar al $CI \leq 79$, el modelo con marginación arroja que el Muy Alto de marginación (columna dos de la tabla) es significativo para el $CI \leq 79$.

Al momento de realizar la regresión con ajuste ([Tabla 4](#)) se observa que sólo el grado Muy Alto de marginación y el nivel D del NSE son significativos, al correr el modelo evaluando la interacción (columna dos) entre las variables, dicha interacción no resultó significativa para explicar el CI.

Cuando el NSE se introduce al software como variable continua éste deja de ser significativo al momento de explicar el CI como se observa en la [Tabla 5](#) mientras que el NM gana significancia con respecto a la [Tabla 4](#). Al correr el modelo con la interacción (columna dos) entre NSE y NM se observa que el NM Muy alto conserva su significancia y la relación entre el NSE y el NM Muy alto es significativa para explicar el CI.

En la [Figura 28](#) se observa la probabilidad de $CI \leq 79$ en la presencia de NM y NSE, el corte en la línea de NM Muy Alto es explicada por la falta de observaciones de niveles socioeconómicos altos en niveles de marginación altos, es posible apreciar la diferencia entre las distancias que existen entre el NM Muy Alto y el Alto el cual se traza en paralelo al NM Medio. La probabilidad disminuye significativamente conforme el NSE se incrementa, cómo si éste contrarrestara el efecto de los NM.

La [Tabla 6](#) muestra la significancia de las variables en tablas de contingencia así como su interacción, indicando la aceptación de la hipótesis alternativa de importancia de ambas variables para el modelo, sin embargo la interacción de éstas revela que no es significativa para el modelo.

En el modelo anidado de las tablas de contingencia ([Tabla 7](#)) se vuelca hacia el rechazo de la hipótesis alternativa ya que no hay diferencias significativas entre el modelo ajustado y el de interacción.

Con base en la [Tabla 8](#) se acepta la hipótesis alternativa de importancia de las variables así como la interacción entre éstas, caso contrario al trabajo con tablas de contingencia. El análisis entre los modelos ajustado e interacción ([Tabla 9](#)) arrojó que existe una diferencia significativa entre los modelos ajustado e interacción.

Base de Datos de Integrada

Los resultados de la [Tabla 14](#) mostraron una significancia de $p < ,05$ en el NM y la Zona en sus respectivas categorías. La [Figura 35](#) presenta un arreglo esperado entre la probabilidad de $CI \leq 89$ en los extremos de la categoría de NM, mientras que el nivel Medio y Alto tienen una diferencia de probabilidad de 0,02.

En el caso de la Zona la línea de probabilidad ([Figura 36](#)) tiene un movimiento de quiebre justo en la Rural pero se presenta una diferencia en la probabilidad de los extremos de 0,4. Aunque no se muestran en el presente trabajo, se evaluó el ajuste y la interacción entre la Zona y el NM pero éstos modelos no resultaron significativos, se interpreta que la Zona



y el NM mantienen correspondencia ya que aunque la Zona urbana pueda presentar el espectro completo de marginación la posibilidad de encontrar niveles bajos de marginación en las zonas rurales e indígenas es baja.

Tanto el NM como la Zona fueron estadísticamente significativas ($Pr(> \chi) = 0,001$) para su respectivo modelo como se observa en la [Tabla 15](#) y [Tabla 16](#).

Se aplicó un Test de Wald para evaluar la diferencia entre las categorías Media y Alta de marginación ya que la diferencia en sus probabilidades es pequeña, el resultando del test: $\chi^2 = 0,057$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0,81$ por lo tanto no hay diferencia significativa entre los coeficientes del NM Medio y NM Alto, posiblemente porque ambas categorías cambian minimamente sus porcentajes entre las categorías de CI.

Base de Datos de Neurotóxicos

Se realizaron en primer lugar cuatro regresiones logísticas simples ([Tabla 21](#)) de $CI \leq 89$, las dos primeras corresponden al Pb categorizado y la segunda al Pb ajustado con logaritmo debido a su distribución no normal, en ambos casos, los modelos resultaron no significativos para explicar el $CI \leq 89$, la situación se repite con el F codificado y el ajuste con logaritmo. Al introducir el NM a los modelos la [Tabla 22](#) muestra que sólo la interacción entre el NM Alto con las categorías de $Pb \geq 5$ y $F \geq 1,5$ resultaron significativas ($p < 0,05$). A partir de éstos modelos fue que se construyó la [Figura 45](#) donde se puede observar como el $Pb \geq 5$ aumenta la probabilidad de $CI \leq 89$ conforme aumenta el NM, ya que el $CI \leq 89$ en el NM alto y $Pb < 5$ presentó un bajo porcentaje se observa como la probabilidad cae abruptamente desde una probabilidad de 65 % a una por debajo del NM Muy Bajo (40 %), en el caso de la ?? se observa una caída similar en la probabilidad cuando $F < 1,5$ y NM alto, mientras que la probabilidad cuando $F \geq 1,5$ crece en 20 % al pasar del NM Muy Bajo al Medio pero la diferencia con el nivel Alto es poca, se llevo a cabo un Test de Wald para corroborar si existe diferencia entre los niveles de marginación con Pb, los resultados: $\chi^2 = 0,77$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0,38$ por lo tanto no hay diferencia estadísticamente significativa entre los niveles de marginación. En el caso del $Pb \geq 5$ el Test de Wald diferencia significativa: $\chi^2 = 6,1$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0,014$ entre el Medio y Alto de marginación.

Al realizar el ANOVA del modelo con Pb resulta que el NM y la interacción de éste con Pb codificado son significativas para el modelo ([Tabla 23](#)). En el modelo con F el NM no fue significativo pero el F codificado y su interacción con el NM si resultó significativa como se muestra en la [Tabla 24](#).

Razón de Momios

Aunque en la metodología se planteo el uso del Riesgo Relativo, no pudo usarse ya que en todas las bases de datos se presentó como $RR = 1$ que bajo el criterio de interpretación significa que no existe riesgo.



Base de Datos de 2012

La razón de momio de la [Tabla 10](#) del NM Alto (1.16), Muy Alto (6.40) y la interacción de NSE D+ y NM Alto (1.02) son lo únicos mayores a 1 pero aún así cabe resaltar que no pueden tomarse en cuenta ya que en el 1 se encuentra dentro del intervalo de confianza, situación que se repite en las variables restantes. En la [Tabla 11](#) el NM Alto es la única variable cuyo intervalo de confianza es > 1 con una probabilidad 12,80 veces más probable de presentar el $CI \leq 79$ mientras que la probabilidad de la interacción de NSE con NM Muy Alto es de 0,24 con intervalo de confianza < 1 , sin embargo es menester resaltar que entre ambas tablas, sin tomar en cuenta el intervalo de confianza, la interacción del NSE reduce la probabilidad del NM en todos los casos.

Base de Datos de Integrada

Dados los resultados de la [Tabla 17](#) los IC de la razón son confiables ya que no contienen al 1 y todas las categorías de NM son > 1 , cabe resaltar que se sigue apreciando la diferencia entre los niveles Medio y Alto de marginación siendo el primero el de mayor probabilidad. En la [Tabla 18](#) la zona rural presenta un IC que contiene al 1 pero ya que la diferencia con éste es poca se optó por utilizarle para el cálculo de la carga de la enfermedad atribuida, ambas categorías (rural e indígena) aumentan la probabilidad de presentar un $CI \leq 89$ con respecto a la Zona urbana.

Base de Datos de Neurotóxicos

Al obtener la razón de momio del modelo con F ([Tabla 25](#)) y Pb ([Tabla 26](#)) sólo se tomaron los valores de interacción donde el NM fue Alto ya que basándose en lo IC la gran mayoría de los factores quedan excluidos.

Cálculo de la Carga del CI Atribuible a Escenarios

Base de Datos de 2012

YLD resulta en 95,91 años vividos con discapacidad, debido a que los intervalos de confianza de la razón de momios no podían ser aceptadas, sólo fue posible hacer los calculos para el escenario NM Alto para el cual se aplicó la ecuación 3 dando un resultado de fracción de impacto el cual se interpreta como una reducción de 34 % en el número de YLD suponiendo que la exposición se elimina, multiplicando por YLD da 29,92 años vividos con discapacidad atribuidos al NM Alto que en teoría pueden ser reducidos.

Base de Datos de Integrada

En el caso de la [Tabla 19](#) el número total de YLD fue el mismo (104,39) para la marginación y la zona, ya que la razón de momios tienen intervalos aceptables fue posible aplicar las ecuaciones 4 y 5 para obtener la fracción de impacto para ambas categorías, en el caso de la marginación los porcentajes fueron de 64,89 % y 55,5 %, mientras que la



zona produjo 45,2% y 8,9%, dicha diferencia no ha podido ser explicada ya que no existe diferencia sustancial en las descripciones de las ecuaciones revisadas en la bibliografía. La carga atribuible para la marginación fue de 64,74 y 54,98 mientras que en la zona la diferencia entre ambos resultados fue de casi 30 años, al igual que en la fracción de impacto, no pudo ser explicada.

Base de Datos de Neurotóxicos

Dadas las proporciones de casos divididas por Pb y F se obtuvieron 210 y 73,46 de YLD respectivamente (Tabla 27), de igual forma que en la base de datos 2012 sólo se pudo aplicar la ecuación 3 en ambos neurotóxicos. Las fracciones de impacto resultaron con sólo décimas de diferencia mientras que las cargas atribuibles tienen una diferencia de 60 años, siendo así el escenario con $Pb \geq 5$ y NM Alto el que más años atribuye a la carga del $CI \leq 89$.



Discusión de Resultados

Descritos los resultados, se encuentra con la dificultad para comparar con otros estudios sobre carga de la enfermedad debido a la escala regional y global que en éstos se maneja así como diferencias en el tratamiento de los datos, ya que Fewtrell *et al.* [2004] pudo establecer la carga de la enfermedad mediante diferencias entre puntos de CI, para el presente estudio no fue posible realizar una medición de éste estilo ya que los datos provienen de una metodología transversal, Fewtrell reporta 9,8 millones de DALYs globales de CI atribuidos al Pb, de los cuales 1393000 pertenecen a la región de América donde se encuentra México. Para el caso del F Fewtrell *et al.* [2006] intentó obtener la carga global de éste, aunque no fue posible debido a la disponibilidad de información, cabe resaltar que en dicho estudio no se tomó en cuenta el CI como un afectado por el F, dando ventaja al presente trabajo de ser precedente en cuanto al cálculo de la carga del F. En ambos estudios el uso de valores continuos también representa una diferencia sustancial ya que permite mostrar resultados como de probabilidad y no como crecimiento o decremento de un puntaje de CI por lo tanto facilita el trabajo con escenarios, aunque en una mayoría de estudios que involucran la DI o CI se menciona la inferencia que los ambientes sociales desaventajados probablemente influyen y de manera recursiva se mantienen. Dentro de los trabajos de Chatham-Stephens *et al.* [2013] en su estudio sobre sitios contaminados habla de 828,722 DALYs resultado de exposición a ocho tóxicos en tres países en Asia, el CI no figuró como efecto de éstos, sin embargo, Chatham-Stephens *et al.* [2014] centra su estudio en la exposición a Pb y su efecto en CI específicamente en países de mediano y bajo ingreso, reporta del mismo modo que Fewtrell mediante un estimado de pérdida de CI para obtener incidencia, aunque los sujetos de estudio fueron niños de máximo dos años de edad, la diferencia entre porcentajes de exposición entre el estudio mencionado y el presente es baja, los resultados que ofrece sobre pérdida de CI debida al Pb fue de 5,41 – 8,23 puntos, en algunos casos suficiente para modificar la de categoría de CI, al Pb se le atribuyen 51,61 DALYs con una incidencia de 6,03/1000, duplicándose cuando éstos no son sujetos de descuentos de ajuste. La utilización de incidencia dificulta la comparación, ya que los trabajos aquí presentados trabajan a través de la estimación a través de metanálisis.

Durante la revisión bibliográfica sólo se encontró el trabajo de Álvarez *et al.* [2009] que trabaja con niveles de marginación y socioeconómico asociándole con mortalidad infantil mediante geoestadística, se encuentra con una relación entre exceso de riesgo de mortalidad en áreas de nivel medio y altos de marginación así como la identificación espacial de los sitios de mayor riesgo, lo cual lleva a plantear y recomendar la utilización de ésta herramienta para futuras investigaciones.

Cabe resaltar que al trabajar de manera desagregada se permite ser más flexible en comparación con los estudios de nivel global y regional ya que la heterogeneidad en conceptos y formas de medir la marginación impide hacer comparaciones o conversiones para utilizar variables socioeconómicas. En el caso de México, el contar con el nivel de marginación



fácilita la comparación entre estados, municipios o bien AGEBs.

Dentro de los trabajos de Ljung *et al.* [2005], Kohn *et al.* [2005], Maulik *et al.* [2011], Márquez-Caraveo *et al.* [2011], Lazcano-Ponce *et al.* [2013] es posible rescatar y plantear la discusión sobre DI y la poca atención que recibe de los organismos de salud debido a lo silenciosa que suele ser ésta condición. La revisión bibliográfica señala la falta de información de DI así como a la necesidad de replantearla en terminos más allá de la salud pública, ya que se han realizado estimaciones de productividad laboral en puntajes de CI, se habla de un efecto de recursividad entre DI y bajas oportunidades en la calidad de vida, pero hasta el momento no se ha encontrado un trabajo que hable en dichos terminos, ya que en el presente trabajo se observa a la marginación como un factor de riesgo. También se abre la discusión sobre qué es inteligencia y cómo tendría que medirse en función de qué, debido a que plantear la DI en función de CI es bastante arbitraria. Aunque actualmente la DI se encuentra incluida en los estudios de la OMS no lo está en los términos que aquí se plantean, una vez más debido a la falta de información de la condición.

Cabe resaltar que aunque parezca carente de importancia el peso de la enfermedad (DW) representa un factor de mucha importancia dentro del cálculo realizado ya que al ser el valor tan bajo el de la DI es mucho más probable que los el resultado en años vividos con discapacidad no sea apabullante, sin embargo dicho nivel de DW puede ser un indicio de la falta de conocimiento sobre la DI así como de las consecuencias sociales, laborales y educativas que conlleva lo cual lleva a la población entrevistada para obtener el DW a dar poca o casi nula importancia, siendo que todos nos desarrollamos en un contexto del cual se pueden describir las características sociales y ambientales que afectan al desarrollo óptimo de los procesos cognitivos que sostienen una buena parte de lo que somos como personas.

Análisis FODA

Fortalezas

Dadas las facilidades de la carga de la enfermedad para llevarse a cabo así como cierta flexibilidad de la misma es posible incrementar la población con datos que puedan ser obtenidos de otras investigaciones en otros sitios del país así como nuevas variables y así generar un panorama de mayor envergadura sobre la situación e incidencia de la DI.

Oportunidades

Aunque anteriormente ya se ha mencionado la relevancia que implica el presente trabajo en el estudio del desarrollo cognitivo, y por ende un bienestar de millones de infantes, pero no en el futuro inmediato ya que ésta tesis plantea ser una punta de lanza hacia un enfoque que conlleve a encontrar nuevos aliados a través de la presentación de información científica en una forma que sea comprensible para los interesados y que genere un proceso de observación y mejora que opere de manera recursiva.

Ya que la WHO lleva a cabo el estudio de la carga de la enfermedad de manera global y obtiene los datos para ello de diversas fuentes de información, hasta el momento no existe un estudio que desde su diseño metodológico implique el cálculo de la carga de la enfermedad por lo tanto se brinda un espacio para ser realizado.



Debilidades

Dentro de las limitantes del trabajo presentado se encuentra la imposibilidad de comparar los resultados con otras afecciones a la salud estudiadas desde la carga de la enfermedad debido a las características inherentes a los datos que imposibilitan obtener una tasa de años vividos con DI así como el hecho de que se han abordado los datos de manera desagregada mientras que la WHO realiza sus mediciones de carga de la enfermedad a nivel global. Dada la poca representatividad de la población estudiada la elaboración de un reporte para las autoridades competentes de momento no sería fructífera.

Amenazas

Sin duda el factor económico y de lograr establecer contacto con otros agentes interesados representan las amenazas más importantes a la continuación de estudios como el aquí desarrollado.



Conclusión



A través del presente trabajo se buscó la relación entre las variables socioeconómicas y el CI así como la probabilidad de que cierto puntaje se observe en escenarios socioeconómicamente precarios, por lo tanto se evidenciaron las sospechas de diversos autores sobre la variación en los puntajes de CI que no podía ser explicadas por la presencia de neurotóxicos o bien la cuando no hay presencia significativa de neurotóxicos, cabe resaltar que ésta tesis no tuvo por objeto demeritar el trabajo y observaciones previas sobre la relación entre neurotóxicos y CI sino denostar la necesidad de análisis con grados más altos de complejidad sobre cómo se concibe el entorno en el cual se desarrollan los infantes, sin caer en un ilusorio positivista y determinista Laplaciano.

Fuera del alcance de la tesis se encuentra la descripción del cómo dichos escenarios socioeconómicos afectan el desarrollo cognitivo ya que las variables socioeconómicas son un aglomerado de factores "el todo es más que la suma de sus partes", que por si sólo no lograrían explicar la probabilidad o bien variabilidad, del mismo modo el CI es una síntesis del concepto inteligencia, la cual para éste trabajo ha quedado reducida a su versión más utilitaria y pragmática, ya que la inteligencia es un algo más que sólo la interacción ejecutiva de los procesos cognitivos.

Lo que si es posible vaticinar a partir de los resultados es que aquellos infantes que se desarrollan en entornos socioeconómicos precarios llevan a costas desventajas en comparación con sus pares que se desarrollan en ambientes que catalizan habilidades y proporcionan oportunidades de un desarrollo pleno y digno en diferentes ambitos a lo largo de su existencia. En el caso de infantes que se desarrollan en dichos escenarios socioeconómicos y que a éstos se auna la presencia de neurotóxicos, la brecha se ensancha ya que se está hablando de desventajas que pueden ser rastreadas y demostradas neuroológicamente debido a las alteraciones que dichos agentes contaminantes producen, por lo tanto las desventajas adquieren tonalidades tanto sociales como físicas. Por lo tanto es menester por ética profesional y humana evidenciar las bajezas de un sistema que segrega e impone de manera vehemente, a ciertos sectores de la población, condiciones que tienden a la precarización del entorno y su reproducción. Dentro de las acciones de la academia es posible evidenciar y ejercer presión a las autoridades competentes para que con la integración y colaboración de la sociedad puedan disminuirse lo más posible dichas desventajas. Aunque sea posible augurar o bien inferir el futuro de los infantes, la existencia de *outlayers* no implica que la situación precaria pueda ser explicada desde la voluntad del sujeto, como menciona Bill Gates "Nacer pobre no es tu culpa, morir pobre sí lo es".

No obstante, las herramientas metodológicas desarrolladas por la WHO que se aplicaron en el presente trabajo demuestran su valor utilitario al momento de aterrizar la información obtenida desde la investigación científica para que los actores ajenos a dicho campo logren asimilar y desarrollar respuestas y/o intervenciones con mayor grado de precisión y alcance. Dentro de las bondades del cálculo de la Carga de la Enfermedad se observaron la flexibilidad y moldeabilidad de ésta, ya que se logró trabajar con datos desagregados y de manera singular. A pesar que cierta bibliografía citada plantea como innecesario el cruce de ciertas afecciones a la salud con factores socioeconómicos ya que se cataloga dicha relación como autoevidente, sin embargo la necesidad tanto de evidencia como de conversión de la información es crucial para llevar a cabo los diseños de intervención, así como la posibilidad de reevaluar y mesurar los cambios producidos por dichas acciones de los actores.

Dentro de las incógnitas que surgen al realizar ésta tesis una de las más reelevantes que se plantea es si dichas condiciones socioeconómicamente decadentes den pauta a la aparición



de un efecto Flynn que funcioné de manera inversa y cuáles serían las implicaciones de dicho efecto en una población con las dimensiones y características como la sociedad mexicana.



Parte V

Bibliografía



Bibliografía

- Aedo, S., Pavlov, S., y Clavero, F. (2010). Riesgo relativo y Odds ratio ¿Qué son y cómo se interpretan? *Revista Obstetricia y Ginecología*, 5(1):51–54. 60
- Alarcón-Herrera, M. T., Bundschuh, J., Nath, B., Nicolli, H. B., Gutierrez, M., Reyes-Gomez, V. M., Nuñez, D., Martín-Dominguez, I. R., y Sracek, O. (2013). Co-occurrence of arsenic and fluoride in groundwater of semi-arid regions in Latin America: Genesis, mobility and remediation. *Journal of Hazardous Materials*, 262:960–969. 26, 27
- Alonso García, J. I., Alonso García, Á., Balmorí Martínez, A., y Carvalho Tavares, J. (1997). *Psicología*. 1a edición.
- Álvarez, G., Lara, F., Harlow, S. D., y Denman, C. (2009). Mortalidad infantil y marginación urbana: análisis espacial de su relación en una ciudad de tamaño medio del noroeste mexicano. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 26(1):31–38. 68
- American Association on Intellectual and Developmental Disabilities (2017-06-05). FAQs on Intellectual Disability.
- Anastasi, A. (1978). *Test Psicológicos*. 3a edición. 19
- Ardila, R. (2010). Inteligencia ¿Qué sabemos y qué nos falta por investigar? *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(134):97–104. 16, 17, 18, 19
- Astete, J., Gastañaga, M. d. C., Fiestas, V., Oblitas, T., Sabastizagal, I., Lucero, M., Abadía, J. d. M., Muñoz, M. E., Valverde, A., y Suarez, M. (2010). Enfermedades transmisibles, salud mental y exposición a contaminantes ambientales en población aledaña al proyecto minero las bambas antes de la fase de explotación, Perú 2006. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 27(4):512–519. 32
- Baron, R. A. (1997). *Fundamentos de Psicología*. 3a edición. 17, 18
- Bergamino, D. y Raffo, M. (2001). *Test de inteligencia*. LIBSA.
- Bird, H. R. (2005). Pobreza y Nivel Socioeconómico. En Ezpeleta, L., editor, *Factores de Riesgo en Psicopatología del Desarrollo*, pp. 225–233. MASSON. 51, 52, 55, 56
- Black, M. M. y Hurley, K. M. (2016). Early child development programmes: further evidence for action. *The Lancet Global Health*, 4(8):505–506.
- Blakely, T., Hales, S., y Kieft, C. (2004). Distribution of risk factors by poverty. En *Comparative Quantification of Health Risks*, p. 188.



- Breilh, J. (2013). La determinación social de la salud como herramienta de transformación hacia una nueva salud pública. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 31(1):13–27.
- Caravanos, J., Dowling, R., Téllez-Rojo, M. M., Cantoral, A., Kobrosly, R., Estrada, D., Orjuela, M., Gualtero, S., Ericson, B., Rivera, A., y Fuller, R. (2014). Niveles de Plomo en Sangre en México y su Implicación para la Carga Pediátrica de la Enfermedad. *Annals of Global Health*, 80(4):e1–e11. 31, 32
- Carrillo Mora, P. (2010). Sistemas de memoria: reseña histórica, clasificación y conceptos actuales. Primera parte: Historia, taxonomía de la memoria, sistemas de memoria de largo plazo: la memoria semántica. *Salud mental*, 33(1):85–93.
- Charleston, A. E., Wilson, H. R., Edwards, P. O., David, F., y Dewitt, S. (2016). Environmental Public Health Tracking: Driving Environmental Health Information. *Journal of Public Health Management and Practice*, 3(10):973–982. X, 42
- Chatham-Stephens, K., Caravanos, J., Ericson, B., Landrigan, P. J., y Fuller, R. (2014). The pediatric burden of disease from lead exposure at toxic waste sites in low and middle income countries. *Environmental Research*, 132:379–383. 68
- Chatham-Stephens, K., Caravanos, J., Ericson, B., Sunga-Amparo, J., Susilorini, B., Sharma, P., Landrigan, P. J., y Fuller, R. (2013). Burden of disease from toxic waste sites in India, Indonesia, and the Philippines in 2010. *Environmental Health Perspectives*, 121(7):791–796. 68
- Clasen, T., Prüss-Üstün, A., Mathers, C. D., Cumming, O., Cairncross, S., y Colford, J. M. (2014). Estimating the impact of unsafe water, sanitation and hygiene on the global burden of disease: evolving and alternative methods. *Tropical medicine & international health : TM & IH*, 19(8):884–93.
- Consejo Nacional de Población (2011). Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio.
- Consejo Nacional de Población (2012). Índice de marginación por localidad 2010. X, 37, 39
- Consejo Nacional de Población (2015a). Cambios en los indicadores de marginación en México, 2010-2015. En *Índice De Marginación Por Entidad Federativa Y Municipio 2015*, volumen 2010, capítulo 4, pp. 39–57.
- Consejo Nacional de Población (2015b). Concepto y dimensiones de la marginación. En *Índice De Marginación Por Entidad Federativa Y Municipio 2015*, número 1994, capítulo 1, pp. 11–15. X, 38
- Consejo Nacional de Población (2015c). La marginación en los municipios. En *Índice De Marginación Por Entidad Federativa Y Municipio 2015*, capítulo 3, pp. 23–38.
- Consejo Nacional de Población (2015d). Marginación por entidad federativa. En *Índice De Marginación Por Entidad Federativa Y Municipio 2015*, capítulo 2, pp. 17–22.
- Consejo Nacional de Población (2015e). Metodología de estimación del índice de marginación. En *Índice De Marginación Por Entidad Federativa Y Municipio 2015*, capítulo Anexo C, pp. 339–357. 38



- Consejo Nacional de Población (2015f). Población total , indicadores socioeconómicos , índice y grado de marginación , lugar que ocupa en el contexto nacional y estatal por municipio. En *Índice De Marginación Por Entidad Federativa Y Municipio 2015*, capítulo Anexo B, pp. 255–335.
- Cossío-Torres, P., Calderón, J., Tellez-Rojo, M. M., y Díaz-Barriga, F. (2013). Factors related to health outcomes and health risk behaviors of adolescents with lead exposure . A pilot study. 36(1):73–81. 32
- Devleesschauwer, B., Havelaar, A. H., Maertens De Noordhout, C., Haagsma, J. a., Praet, N., Dorny, P., Duchateau, L., Torgerson, P. R., Van Oyen, H., y Speybroeck, N. (2014). Calculating disability-adjusted life years to quantify burden of disease. *International Journal of Public Health*, 59(3):565–569.
- Dirección General de Educación Indígena (2012). *Educación pertinente e inclusiva. La discapacidad en educación indígena Guía-Cuaderno 3: Atención educativa de alumnos y alumnas con discapacidad intelectual*. Secretaría de Educación Pública, México, 1 edición.
- European Food Information Council (2009). Measuring burden of disease Â the concept of QALYs and DALYs. *Food Today*, 21(2006):3–4.
- Eysenck, H. J. (1987). *Raza, Inteligencia y Educación*. Barcelona. 52
- Ezzati, M. (2000). Comparative Risk Assessment in the global burden of Disease study and the environmental health risk. *Methodology for assessment of Environmental burden of disease*, pp. 31–49.
- Ezzati, M., Hoorn, S. V., Lopez, A. D., Rodgers, A., Mathers, C. D., y Christopher, J. L. (2006). Comparative Quantification of Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Risk Factors. En *Global Burden of Disease and Risk Factors*, pp. 241–268.
- Ferreira, A. I., Almeida, L. S., Prieto, G., y Guisande, M. A. (2012). Memoria e inteligencia : interdependencia en función de los procesos y contenidos de las tareas. *Universitas Psychologica*, 11(2):455–468. 17
- Fewtrell, L., Prüss-Üstün, A., Landrigan, P. J., y Ayuso-Mateos, J. (2004). Estimating the global burden of disease of mild mental retardation and cardiovascular diseases from environmental lead exposure. *Environmental Research*, 94(2):120–133. X, 32, 44, 59, 68
- Fewtrell, L., Smith, S., Kay, D., y Bartram, J. (2006). An attempt to estimate the global burden of disease due to fluoride in drinking water. *Journal of Water and Health*, 4(4):533–542. 68
- Flores-Ramírez, R., Rico-Escobar, E., Núñez-Monreal, J. E., García-Nieto, E., Carrizales, L., Ilizaliturri-Hernández, C., y Díaz-Barriga, F. (2012). Exposición infantil al plomo en sitios contaminados. *Salud Publica de Mexico*, 54(4):383–392. 31, 32
- Fuentemayor, G. y Villasmil, Y. (2008). La percepción, la atención y la memoria como procesos cognitivos utilizados para la comprensión textual. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, pp. 187–202.
- García Sevilla, J. (2011a). *Estimulación Cognitiva de la Memoria*.



- García Sevilla, J. (2011b). Introducción a la Estimulación Cognitiva. En *Estimulación Cognitiva*, capítulo I, pp. 1–20.
- Garz Duque, O. M. (2012). Carga de la enfermedad. *CES Salud Pública*, 3(2):289–295. 55
- GBD 2013 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators (2015). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990-2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, 386(9995):743–800.
- GBD 2013 Risk Factors Collaborators (2015). Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990-2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, 386(10010):2287–2323. 46
- Ginsburg, H. y Opper, S. (1977). *Piaget y la Teoría del Desarrollo Intelectual*. Prentice-Hall Hispanoamérica, 1a edición. 18
- Grandjean, P. y Landrigan, P. J. (2006). Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *Lancet (London, England)*, 368(9553):2167–78. X, 24
- Grandjean, P. y Landrigan, P. J. (2014). Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *The Lancet Neurology*, 13(3):330–338. X, 25, 32, 33
- Grosse, S. D., Lollar, D. J., Campbell, V. a., y Chamie, M. (1989). Disability and Disability-Adjusted Life Years: Not the Same. *Journal of steroid biochemistry*, 32(2):291–7.
- Guiglione, M. E., Arán Filipetti, V., Manucci, V., y Paz, A. (2011). Programa de Intervención, Para Fortalecer Funciones Cognitivas y Lingüísticas, Adaptado al Currículo Escolar en Niños en Riesgo por Pobreza. *Intedisciplinaria*, 28(1):17–36.
- Han, B.-C. (2014). *Psicopolítica*.
- Hermida, M. J., Segretin, M. S., Lipina, S. J., Benarós, S., y Colombo, J. A. (2010). Abordajes neurocognitivos en el estudio de la pobreza infantil : consideraciones conceptuales y metodológicas. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 10(2):205–225. 51
- Institute for Health Metrics and Evaluation (2013). *The Global Burden of Disease: generating evidence, guiding policy*. Seattle, Wa. 40, 41
- Jarup, L. (2004). Health and environment information systems for exposure and disease mapping, and risk assessment. *Environmental Health Perspectives*, 112(9):995–997.
- Jerome M. Sattler (1988). *Evaluación de la inteligencia infantil y habilidades especiales*. Manual Moderno, 2a edición. 51, 52
- Jiang, S., Su, J., Yao, S., Zhang, Y., Cao, F., Wang, F., Wang, H., Li, J., y Xi, S. (2014). Fluoride and arsenic exposure impairs learning and memory and decreases mGluR5 expression in the hippocampus and cortex in rats. *PLoS ONE*, 9(4):1–10. 27
- Karimzade, S., Aghaei, M., y Mahvi, A. H. (2014). Investigation of intelligence quotient in 9-12-year-old children exposed to high- and low-drinking water fluoride in West Azerbaijan Province, Iran. *Fluoride*, 47(1):9–14. 32



- Kay, D., Prüss-Üstün, A., y Corvalán, C. (2000). Methodology for assessment of Environmental burden of disease. *Environmental Protection*, (August):23–24. X, 44
- Kohn, R., Levav, I., de Almeida, J. M. C., Vicente, B., Andrade, L., Caraveo-Anduaga, J. J., Saxena, S., y Saraceno, B. (2005). Los trastornos mentales en América Latina y el Caribe: asunto prioritario para la salud pública. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 18(4-5):229–240. 69
- Laborde, A., Tomasina, F., Bianchi, F., Bruné, M.-N., Buka, I., y Comba, P. (2015). Review Children ' s Health in Latin America : The Influence of Environmental Exposures. *Environmental Health Perspectives*, 123(3):201–210.
- Lajoie, J. (2015). Understanding the Measurement of Global Burden of Disease.
- Lara-Rojas, K. (2012). *Estimación de la Carga de Morbilidad Ambiental Asociada A la Exposición de Fluor*. Tesis de maestría, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ. X, 11, 44, 59
- Lazcano-Ponce, E., Katz, G., Allen-Leigh, B., Magaña Valladares, L., Rangel-Eudave, G., Minoletti, A., Wahlberg, E., Vásquez, A., y Salvador-Carulla, L. (2013). Trastornos del desarrollo intelectual en América Latina: un marco para establecer las prioridades políticas de investigación y atención. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 34(3):204–209. 69
- León-Olea, M., Sánchez-Islas, E., Mucio-Ramírez, S., Miller-Pérez, C., y Garduño-Gutiérrez, R. (2012). Contaminantes ambientales neurotóxicos cercanos a nuestra vida diaria. *Salud Mental*, 35(5):395–403. 11
- Lewontin, R., Rose, S., y Kamin, L. J. (1984). El CI, categoría ordenadora del mundo. En *No está en los genes Racismo, genética e ideología*, pp. 104–156. 52
- Lim, S. S., Lopez, A. D., Murray, C. J. L., y Ezzati, M. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, 380(9859):2224–2260.
- Liu, F., Ma, J., Zhang, H., Liu, P., Liu, Y. P., Xing, B., y Dang, Y. H. (2014). Fluoride exposure during development affects both cognition and emotion in mice. *Physiology and Behavior*, 124:1–7. 32
- Ljung, R., Peterson, S., Hallqvist, J., Heimerson, I., y Diderichsen, F. (2005). Socioeconomic differences in the burden of disease in Sweden. *Bulletin of the World Health Organization*, 83:92–99. 69
- Lozano, R. (2013). La Carga Global de la Enfermedad: enfermedades mentales en México y el Mundo. En *Seminario del Instituto Nacional de Psiquiatría*.
- Lozano, R., Gómez-Dantés, H., Garrido-Latorre, F., Jiménez-Corona, A., Campuzano-Rincón, J. C., Franco-Marina, F., Medina-Mora, M. E., Borges, G., Naghavi, M., Wang, H., Vos, T., Lopez, A. D., y Murray, C. J. L. (2013). La carga de enfermedad, lesiones, factores de riesgo y desafíos para el sistema de salud en México. *Salud Pública de Mexico*, 55(6):580–594.



- Machado Estrada, B. d. P. (1999). *Exposición a Flúor y su efecto en el coeficiente intelectual, el tiempo de reacción, la organización visoespacial y la memoria visual en niños de la ciudad de San Luis Potosí*. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 58
- Macintyre, J., McTaggart, J., Guerrant, R. L., y Goldfarb, D. M. (2014). Early childhood diarrhoeal diseases and cognition: Are we missing the rest of the iceberg? *Paediatrics and International Child Health*, 34(4):295–307.
- Márquez-Caraveo, M. E., Zanabria-Salcedo, M., Pérez-Barrón, V., Aguirre-García, E., Arciniega-Buenrostro, L., y Galván-García, C. S. (2011). Epidemiología y manejo integral de la discapacidad intelectual. *Salud Mental*, 34(5):443–449. 69
- Maulik, P. K., Mascarenhas, M. N., Mathers, C. D., Dua, T., y Saxena, S. (2011). Prevalence of intellectual disability: A meta-analysis of population-based studies. *Research in Developmental Disabilities*, 32(2):419–436. 69
- Miranda, M. L. y Edwards, S. E. (2012). Use of Spatial Analysis to Support Environmental Health Research and Practice. *Changes*, 29(6):997–1003.
- Mora, J. A. (1991). La inteligencia como proceso básico Introducción Fortalezas y debilidades de los diversos modelos explicativos de la inteligencia. *Anales de Psicología*, 7(1):57–64. 19
- Morales, M. L. (1990). *Psicometría Aplicada*. 2a edición. 16, 17, 18, 19, 20
- Morales Villegas, R. (2005). *Efectos sobre los factores neuropsicológicos y coeficiente intelectual de niños expuestos a contaminación por flúor y arsénico*. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. X, 15
- Muñoz Marrón, E. y Rodríguez, G. (2011). *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica de la memoria*.
- Murray, C. J., Ezzati, M., Lopez, A. D., Rodgers, A., y Vander Hoorn, S. (2003). Comparative quantification of health risks: Conceptual framework and methodological issues. *Population health metrics*, 1:1. X, 45, 47
- Murray, C. J. L. (1994). Quantifying the burden of disease: The technical basis for disability-adjusted life years. *Bulletin of the World Health Organization*, 72(3):429–445. 41
- Organización Panamericana de la Salud y World Health Organization (2013). Flúor en el agua de consumo.
- Organización Panamericana de la Salud y World Health Organization (2014). Plomo.
- Peckham, S. y Awofeso, N. (2014). Water fluoridation: A critical review of the physiological effects of ingested fluoride as a public health intervention. *The Scientific World Journal*, 2014. 26, 27
- Pérez, E. y Medrano, L. A. (2013). Teorías Contemporáneas De La Inteligencia. Una Revisión Crítica De La Literatura. *Psiencia. Latin American Journal Of Psychological Science*, 5(2):106–117. 16, 17, 18, 19



- Perumal, E., Paul, V., Govindarajan, V., y Panneerselvam, L. (2013). A brief review on experimental fluorosis. *Toxicology Letters*, 223(2):236–251. 26, 27, 32
- Prado, E. L. y Dewey, K. G. (2014). Nutrition and brain development in early life. *Nutrition Reviews*, 72(4):267–284.
- Prüss-Üstün, A., Mathers, C. D., Corvalán, C. F., y Woodward, A. (2003). *Introduction and methods: Assessing the environmental burden of disease at national and local levels*. Número 1. Geneva. X, 44, 45, 46, 60
- R Core Team (2015). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rafael Linares, A. (2007). Desarrollo Cognitivo: Las Teorías de Piaget y de Vygotsky. 14
- Rocha-Amador, D. (2005). *Efectos sobre el sistema nervioso central por la exposición simultánea a flúor y arsénico*. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. X, 33, 52, 58
- Rocha-Amador, D., Carrizales, L., Calderón, J., Morales Villegas, R., y Navarro, M. E. (2008). Effects of fluoride and arsenic on the central nervous system. pp. 453–458. 32
- Rocha-Amador, D., Navarro, M. E., Carrizales, L., Morales, R., y Calderón, J. (2007). Decreased intelligence in children and exposure to fluoride and arsenic in drinking water. *Cadernos de Saúde Pública*, 23(4):579–587. 27
- Rodríguez Rey, A. y Liliam Cuéllar Luna, I. (2016). Efectos nocivos del plomo para la salud del hombre Harmful effects of lead on human health. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 35(3). 28, 29, 30, 31
- Santana Castañeda, G., Santana Juárez, M. V., Némiga, X. A., y Campos Alanís, J. (2011). Metodología para determinar la distribución espacial y tendencia de la Diabetes Mellitus, utilizando sistemas de información geográfica sobre Análisis Cluster. 55
- Saxena, S., Sahay, A., y Goel, P. (2012). Effect of fluoride exposure on the intelligence of school children in Madhya Pradesh, India. *Journal of Neurosciences in Rural Practice*, 3(2):144. 27, 32
- Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Economía (2016). *Panorama Minero del Estado San Luis Potosí*. 27, 31
- Solovieva, Y. (2004). *Desarrollo del Intelecto y su Evaluación: Una Aproximación Histórico-Cultural*.
- Ubillus Limo, J. (2003). *Estudio sobre la presencia de plomo en el medio ambiente de Talara en el año 2003*. Tesis doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 28
- Valdez Jiménez, L., López-Guzmán, O., Cervantes Flores, M., Costilla-Salazar, R., Calderón Hernández, J., Alcaraz, Y., y Rocha-Amador, D. (2017). In utero exposure to fluoride through drinking water and cognitive development delay in children. *NeuroToxicology*, 59:65–70. 32



- Valdez-Jiménez, L., Soria Fregozo, C., Beltrán, M. L. M., Gutiérrez Coronado, O., y Pérez Vega, M. I. (2011). Effects of the fluoride on the central nervous system. *Neurología*, 26(5):297–300.
- Villaseñor-Lozano, C., Calderón, J., Morales Villegas, R., Sánchez-Armáss, O., y Díaz-Barriga, F. (2014). Validez concurrente del formato corto BIA de la batería III por correlación con el formato corto de Crawford CIT del WISC-IV form IQ of the WISC-IV. 15(444):133–137. 58
- Vygotsky, L. S. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Ediciones Quinto Sol. 14
- Wang, S. X., Wang, Z. H., Cheng, X. T., Li, J., Sang, Z. P., Zhang, X. D., Han, L. L., Qiao, X. Y., Wu, Z. M., y Wang, Z. Q. (2007). Arsenic and fluoride exposure in drinking water: Children's IQ and growth in Shanyin Country, Shanxi Province, China. *Environmental Health Perspectives*, 115(4):643–647. 32
- Wechsler, D. (2003). *WISC-IV: Escala Wechsler de inteligencia para niños-IV: manual técnico*. Manual Moderno, 4a edición. 20
- Whiteford, H. A., Degenhardt, L., Rehm, J., Baxter, A. J., Ferrari, A. J., Erskine, H. E., Charlson, F. J., Norman, R. E., Flaxman, A. D., Johns, N., Burstein, R., Murray, C. J., y Vos, T. (2013). Global burden of disease attributable to mental and substance use disorders: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, 382(9904):1575–86.
- World Health Organization (2006). *Trastornos neurológicos: desafíos para la salud pública*. World Health Organization, Ginebra. 33
- World Health Organization (2013a). *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: Clinical descriptions and diagnostic guidelines*, volumen 55. 22
- World Health Organization (2013b). *WHO methods and data sources for global burden of disease estimates 2000-2011*. Número November. 40
- World Health Organization (2017). OMS | Intoxicación por plomo y salud. 31
- Xiang, Q., Wang, Y., Yang, M., Zhang, M., y Xu, Y. (2013). Level of fluoride and arsenic in household shallow well water in Wamiao and Xinhuai villages in Jiangsu province, China. *Fluoride*, 46(4):192–197. 32
- Zhen, H., Lawson, A. B., McDermott, S., Lamichhane, A. P., y Aelion, M. (2008). A spatial analysis of mental retardation of unknown cause and maternal residence during pregnancy. *Geospatial Health*, 2(2):173–182. 55



Parte VI

Tablas y Figuras



Base de Datos de 2012

Figuras



Figura 22: Distribución del CI en la Base de Datos de 2012

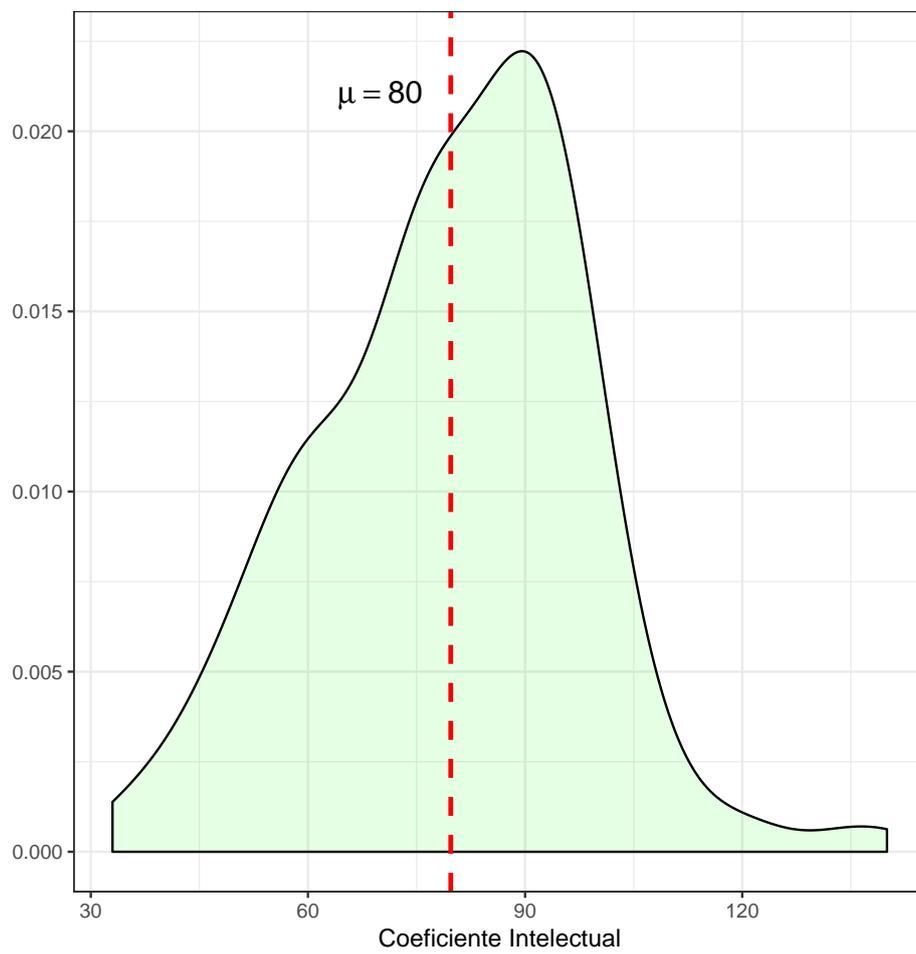




Figura 23: Distribución de CI por de Sitio de Muestreo de la Base de Datos 2012

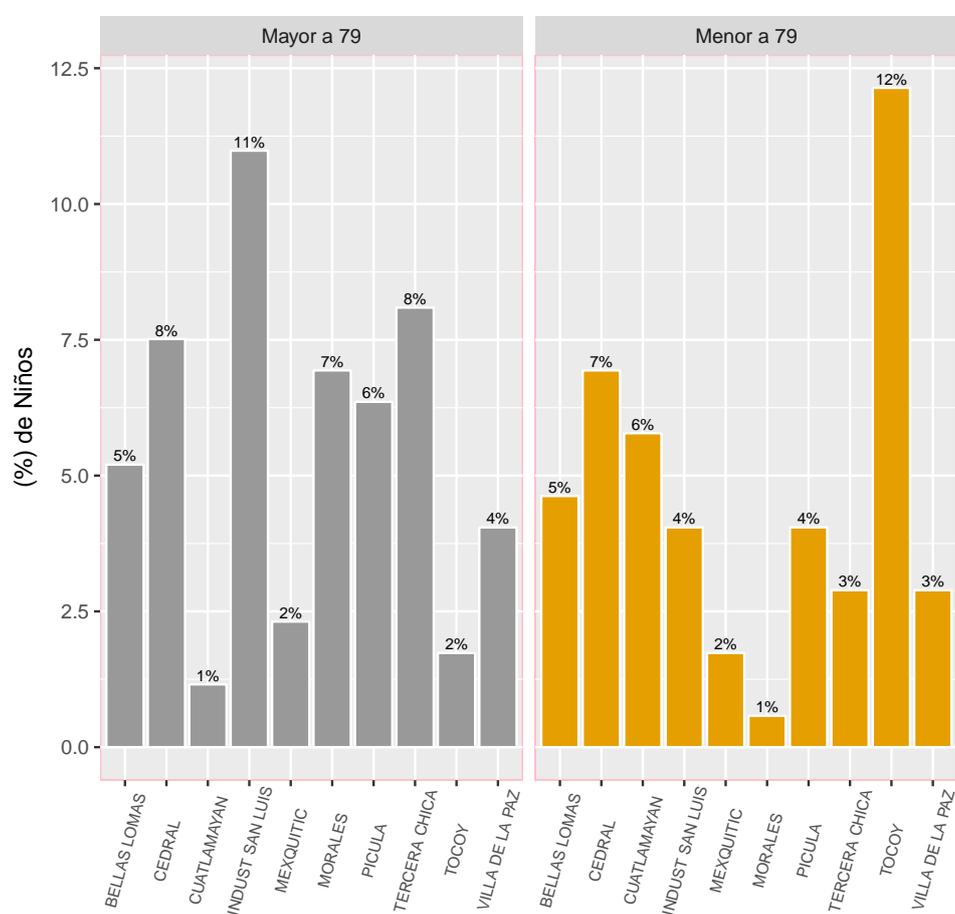




Figura 24: Distribución de $CI \leq 79$ por Zona de la Base de Datos 2012

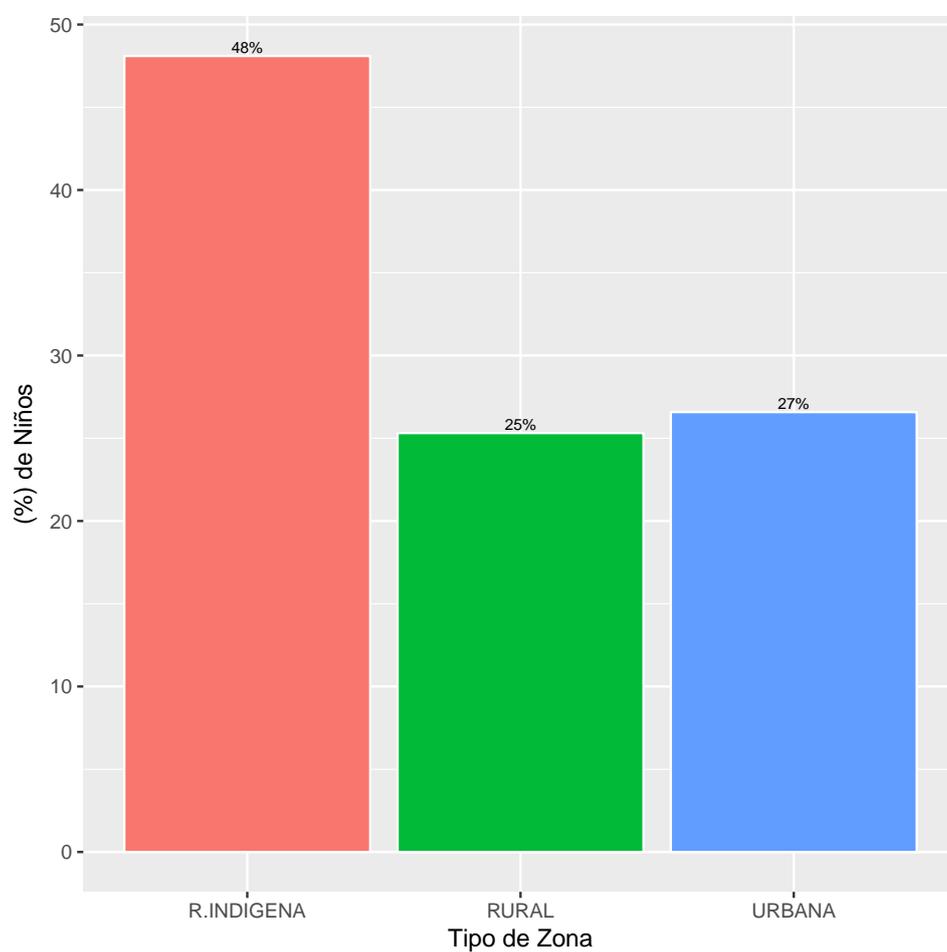




Figura 25: Distribución de $CI \leq 79$ por Nivel Socioeconómico de la Base de Datos 2012

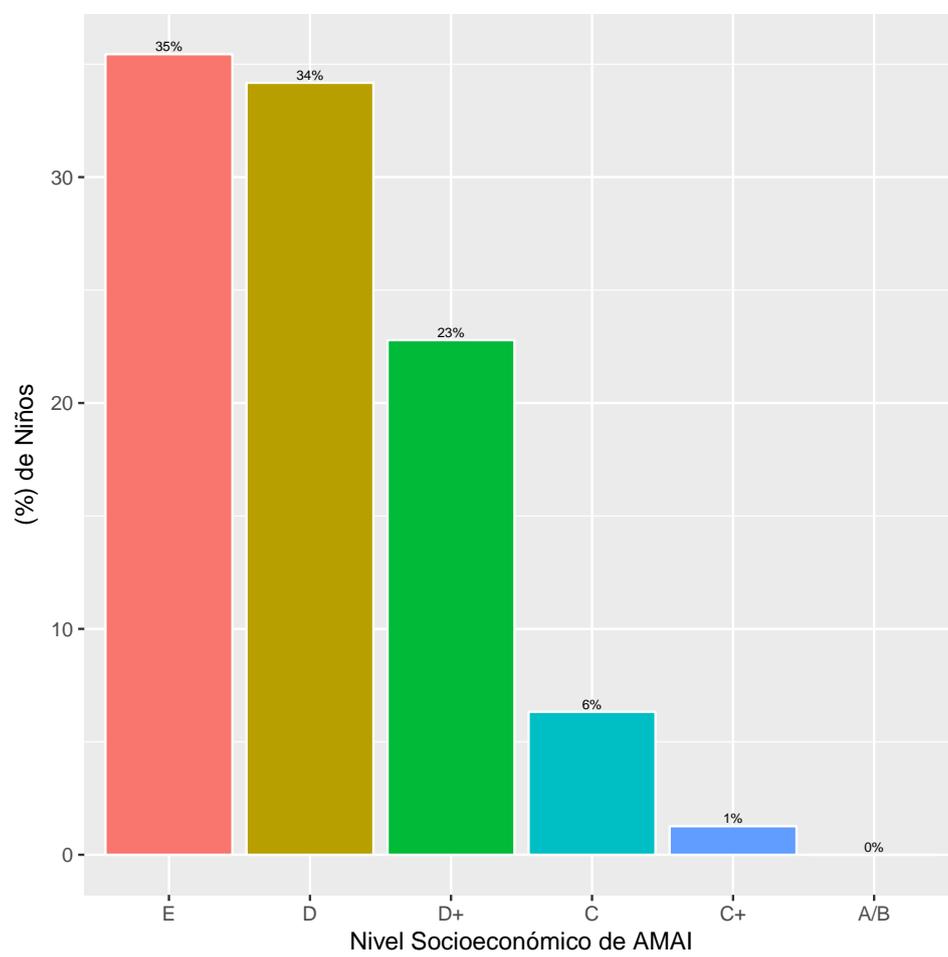




Figura 26: Distribución de $CI \leq 79$ por Nivel de Marginación de la Base de Datos 2012

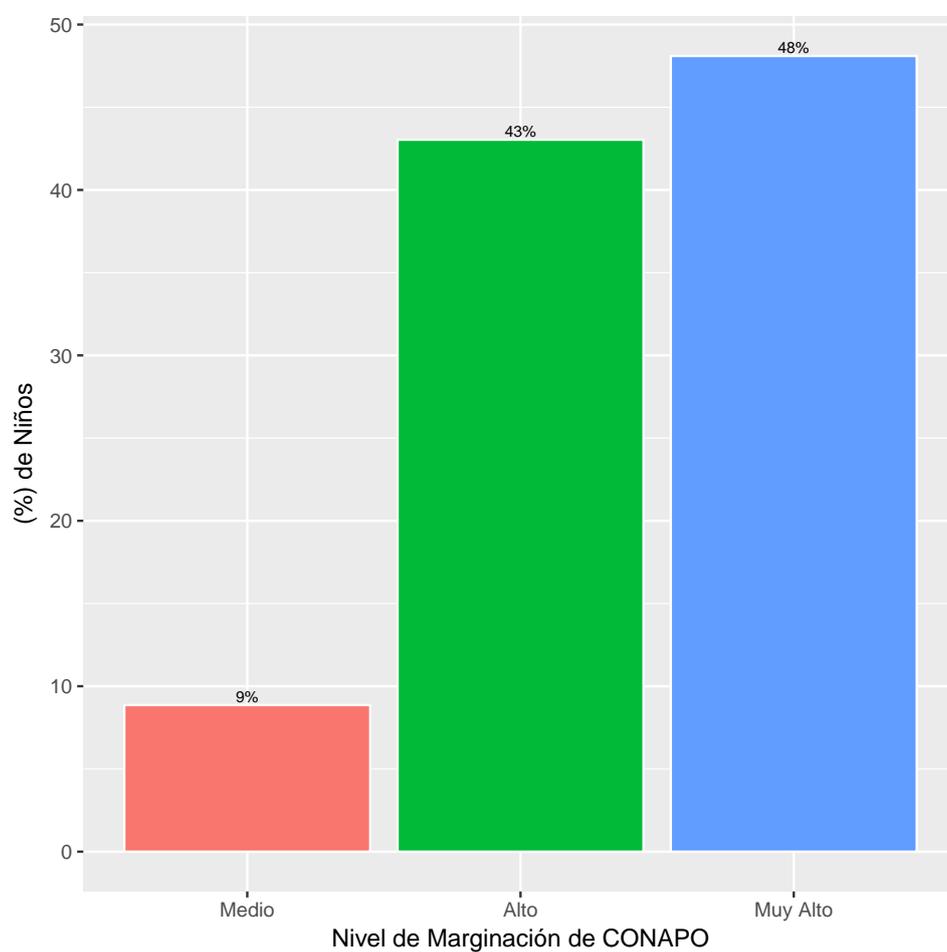




Figura 27: Distribución del $CI \leq 79$ por Nivel de Marginación y Socioeconómico de la Base de Datos 2012

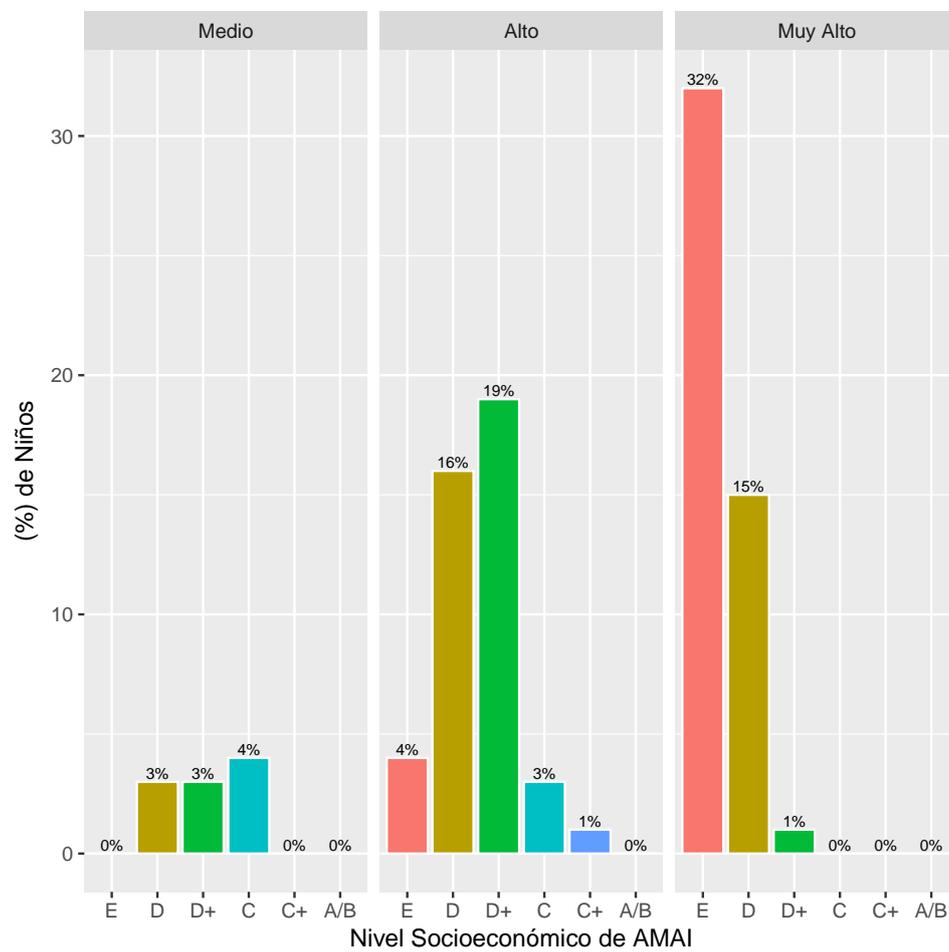
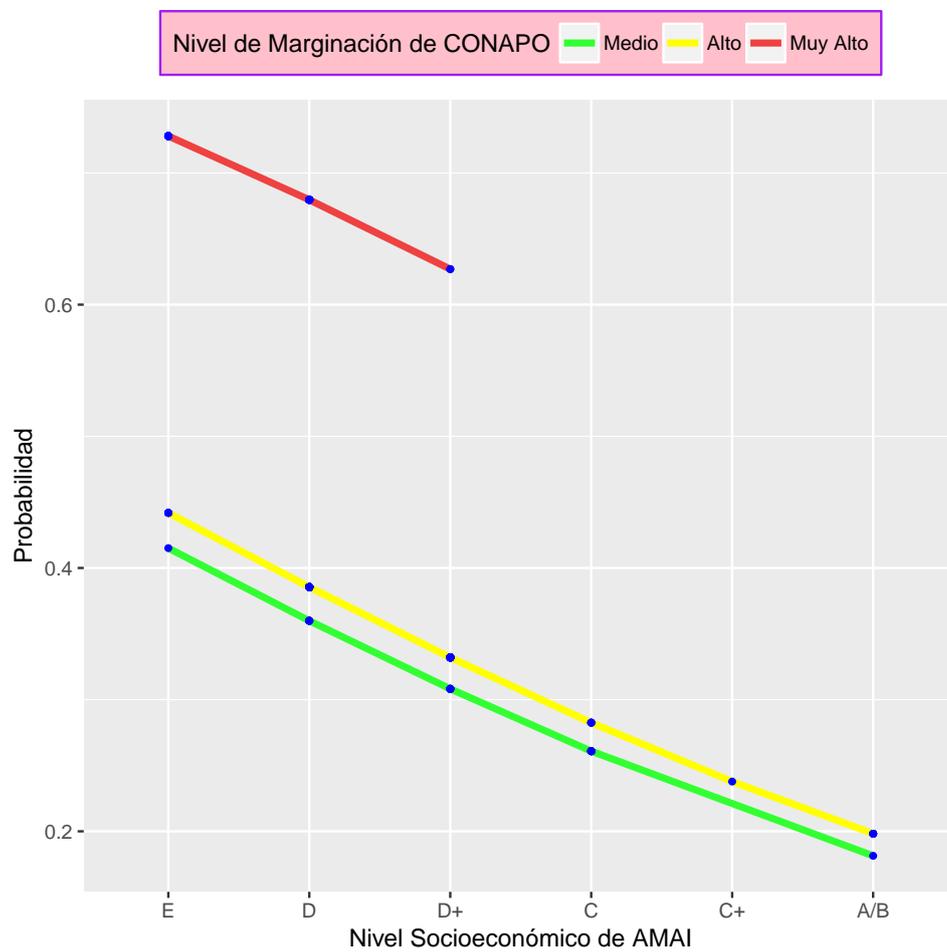




Figura 28: Probabilidad de un $CI \leq 79$ por Nivel de Marginación y Socioeconómico de la Base de Datos 2012





Tablas



Tabla 2: (%) de Exceso de Casos de la Base de Datos 2012

CI	(%) Encontrado	(%) Esperado
Mayor a 79	54	91
Menor a 79	46	9

Tabla 3: Regresión Logística a partir de Tablas de Contingencia de la Base de Datos 2012 Entre CI, Nivel Socioeconómico y Nivel de Marginación

	Variable Dependiente	
	CI \leq 79/Evaluados	
	(1)	(2)
Intercepto	1.540*** (0.450)	-0.693 (0.463)
NSE D	-2.095*** (0.511)	
NSE D+	-1.982*** (0.542)	
NSE C	-1.877** (0.738)	
NM Alto		0.129 (0.512)
NM Muy Alto		1.558*** (0.551)
Observations	10	10
Log Likelihood	-16.608	-19.048
Akaike Inf. Crit.	41.215	44.096
Nota	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	



Tabla 4: Regresión Logística a partir de Tablas de Contingencia de la Base de Datos 2012 Entre CI, Nivel Socioeconómico y Nivel de Marginación, Ajustados e Interacción

	Variable Dependiente	
	CI ≤ 79/Evaluados	
	Ajustado	Interacción
	(1)	(2)
Intercepto	0.506 (0.785)	-0.105 (1.538)
NM Alto	0.244 (0.579)	0.511 (1.238)
NM Muy Alto	1.217* (0.690)	1.938 (1.630)
NSE D	-1.611*** (0.552)	-0.588 (1.765)
NSE D+	-1.199* (0.639)	-0.811 (1.751)
NM Alto:NSE D		-0.718 (1.546)
NM Alto:NSE D+		0.022 (1.531)
Observations	10	10
Log Likelihood	-14.033	-13.679
Akaike Inf. Crit.	40.066	47.358
Nota	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	



Tabla 5: Regresión Logística con datos directos de la Base de Datos 2012 para el CI, Nivel de Marginación y Socioeconómico

	Variable Dependiente	
	CI ≤ 79	
	Ajustado	Interacción
	(1)	(2)
Intercepto	-0.343 (0.599)	-0.860 (1.007)
NSE	-0.233 (0.192)	0.015 (0.421)
NM Alto	0.109 (0.513)	0.402 (1.087)
NM Muy Alto	1.328** (0.616)	2.549** (1.122)
NSE:NM Alto		-0.105 (0.475)
NSE:NM Muy Alto		-1.436** (0.717)
Observations	173	173
Log Likelihood	-108.573	-105.835
Akaike Inf. Crit.	225.145	223.670
Nota	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	

Tabla 6: ANOVA de las variables de las tablas de contingencia e interacción

	NSE	NM	NSE:NM
Df	2	3	4
Deviance	17.962	10.030	0.709
Resid. Df	7	4	0
Resid. Dev	10.739	0.709	-0
Pr(>Chi)	0.0001	0.018	0.950



Tabla 7: ANOVA entre los modelos ajustado y de interacción a partir de tablas de contingencia

	Modelo Ajustado	Modelo de Interacción
Resid. Df	4	0
Resid. Dev	0.709	-0
Df		4
Deviance		0.709
Pr(>Chi)		0.950

Tabla 8: ANOVA de las variables y su interacción de la base de datos 2012

	NSE	NM	NSE:NM
Df	1	2	2
Deviance	12.065	9.317	5.476
Resid. Df	171	169	167
Resid. Dev	226.462	217.145	211.670
Pr(>Chi)	0.001	0.009	0.065

Tabla 9: ANOVA de los Modelos ajustado e interacción de la base de datos 2012

	Modelo Ajustado	Modelo de Interacción
Resid. Df	169	167
Resid. Dev	217.145	211.670
Df		2
Deviance		5.476
Pr(>Chi)		0.065

Tabla 10: Razón de Momios del Nivel de Marginación y Socioeconómico del Modelo de Tablas de Contingencia con Interacción

	NM Alto	NM Muy Alto	NSE D	NSE D+	NSE D:NM Alto	NSE D+:NM Alto
OR	1.670	6.940	0.560	0.440	0.490	1.020
2.5 %	0.140	0.260	0.020	0.010	0.020	0.050
97.5 %	21.440	180.960	17.940	13.890	11.250	23.080

Si el IC contiene al 1, la Razón de Momios no es significativa



Tabla 11: Razón de Momios del Nivel de Marginación y Socioeconómico del Modelo Logístico con Interacción

	NSE	NM Alto	NM Muy Alto	NSE:NM Alto	NSE:NM Muy Alto
OR	1.020	1.500	12.800	0.900	0.240
2.5 %	0.420	0.180	1.500	0.350	0.050
97.5 %	2.380	14.730	135.760	2.360	0.940

Si el IC contiene al 1, la Razón de Momios no es significativa

Tabla 12: Resultados de la Fracción de Impacto y Carga Atribuible a la Marginación Alta de los YLD por un $CI \leq 79$

	YLD	Escenario	Ecuación	(%) Fracción de Impacto	Carga Atribuible (años)
1	95.913	NM Alto	Ecuación 3	34.330	29.927



Base de Datos de Integrada

Figuras



Figura 29: Distribución del CI en la Base de Datos Integrada

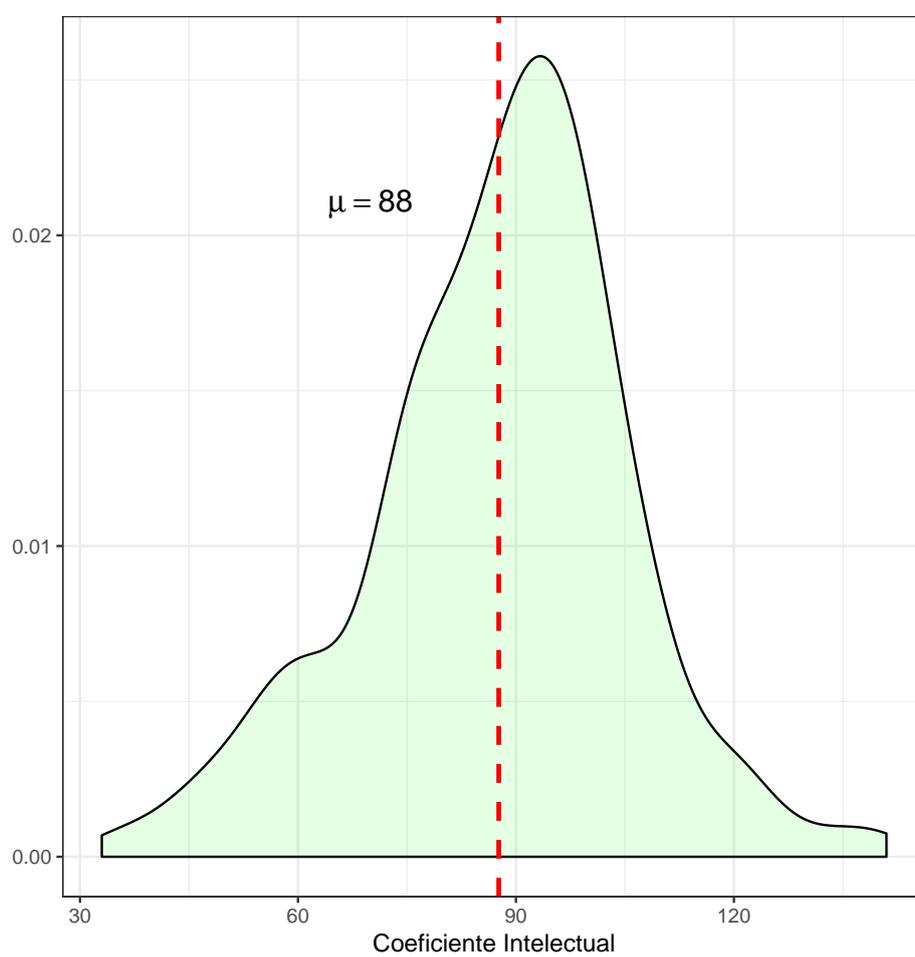




Figura 30: Distribución de $CI \leq 89$ por de Sitio de Muestreo de la Base de Datos Integrada

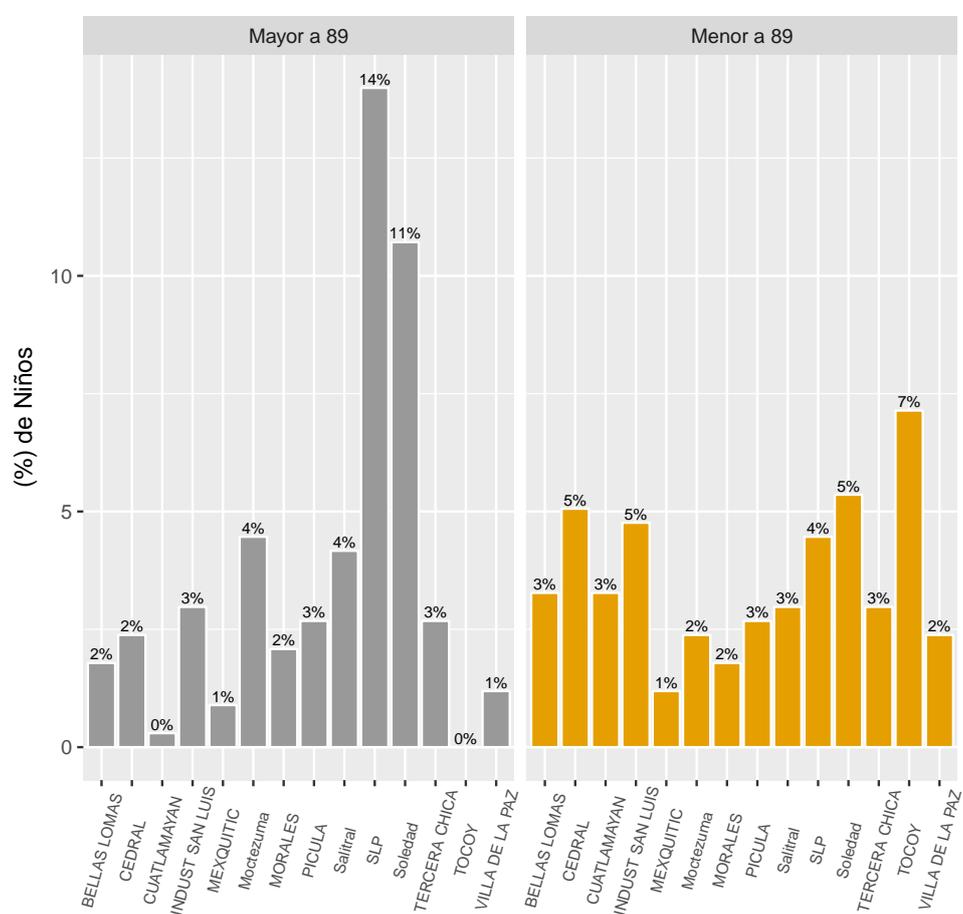




Figura 31: Distribución de $CI \leq 89$ por Zona de la Base de Datos Integrada

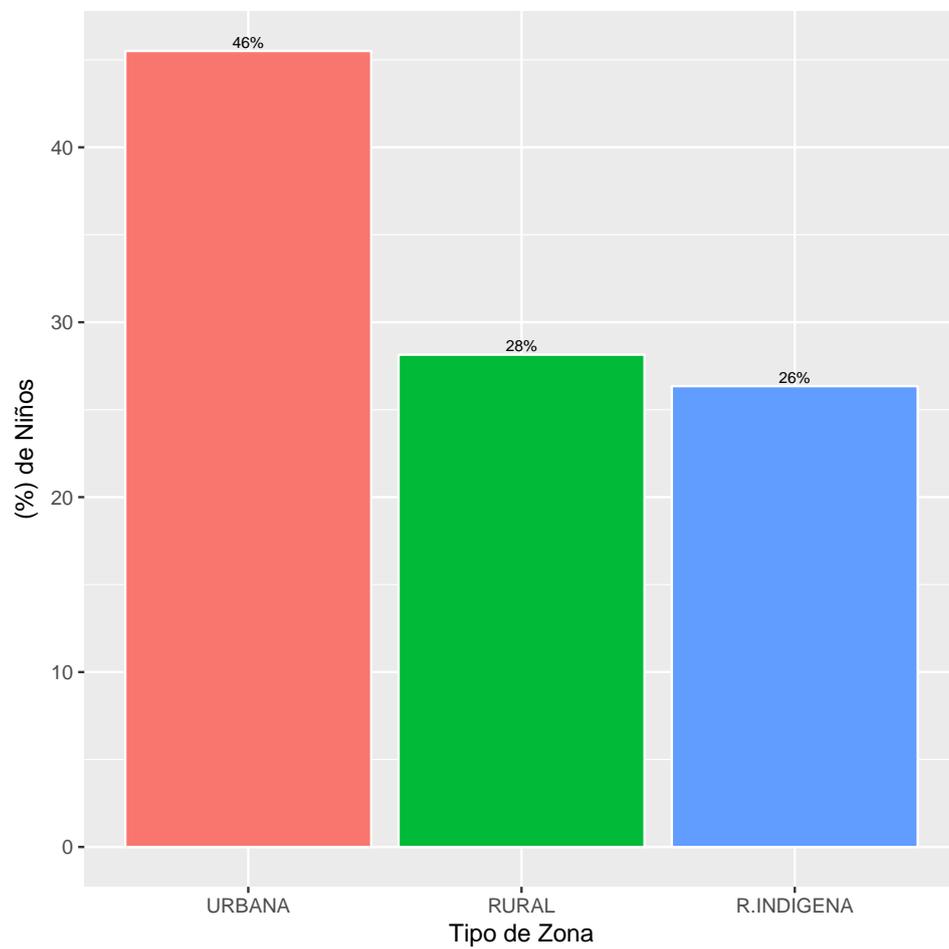




Figura 32: Distribución de $CI \leq 89$ por Nivel de Marginación de la Base de Datos Integrada

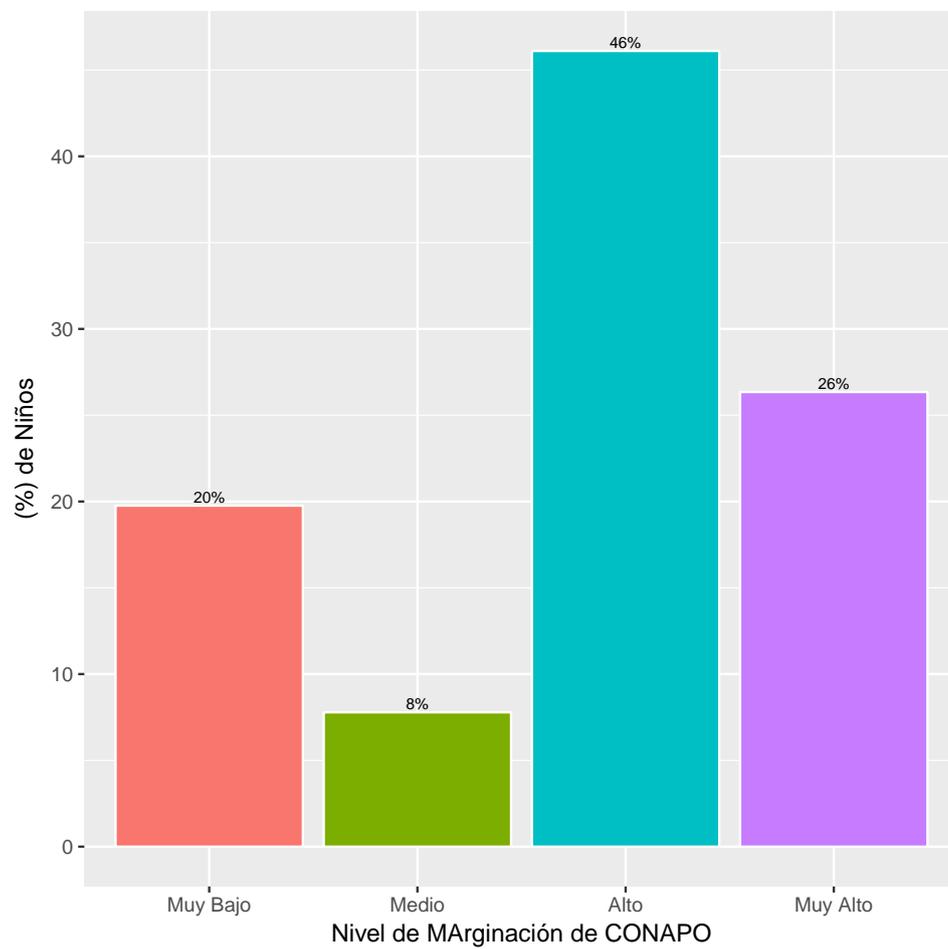


Figura 33: Distribución del Nivel de Marginación por Zona en la Base de Datos Integrada

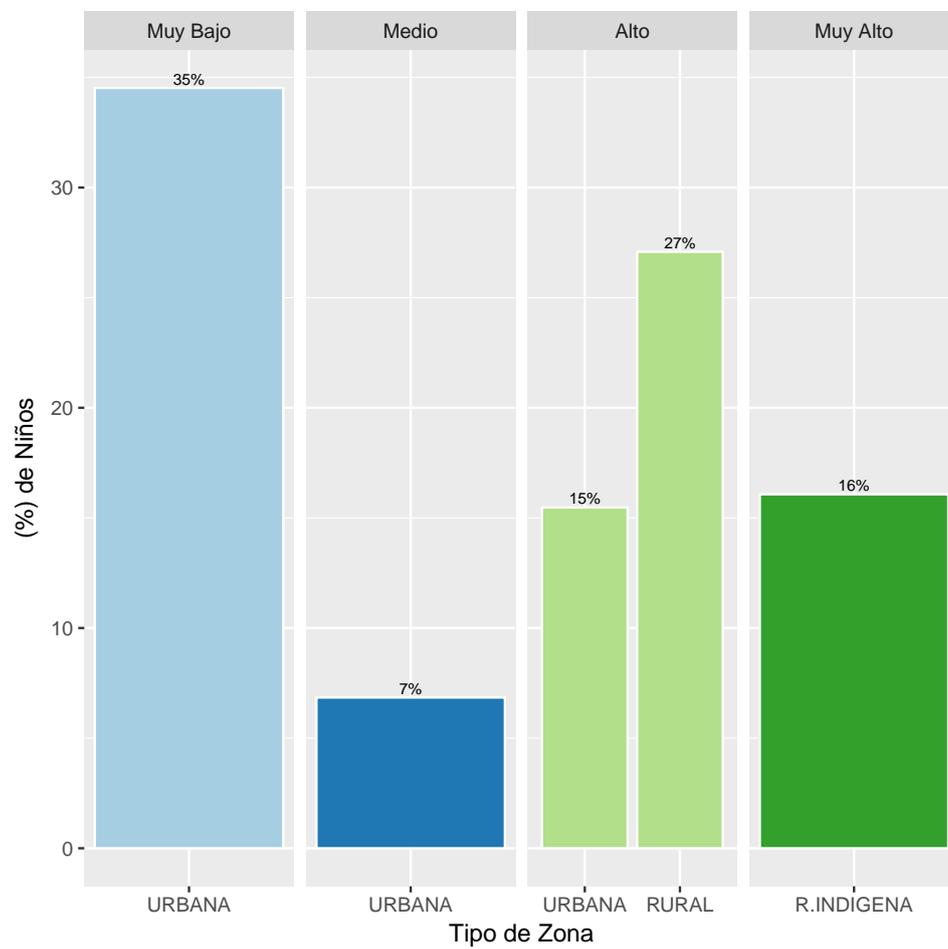




Figura 34: Distribución del CI por Zona y Nivel de Marginación de la Base de Datos Integrada

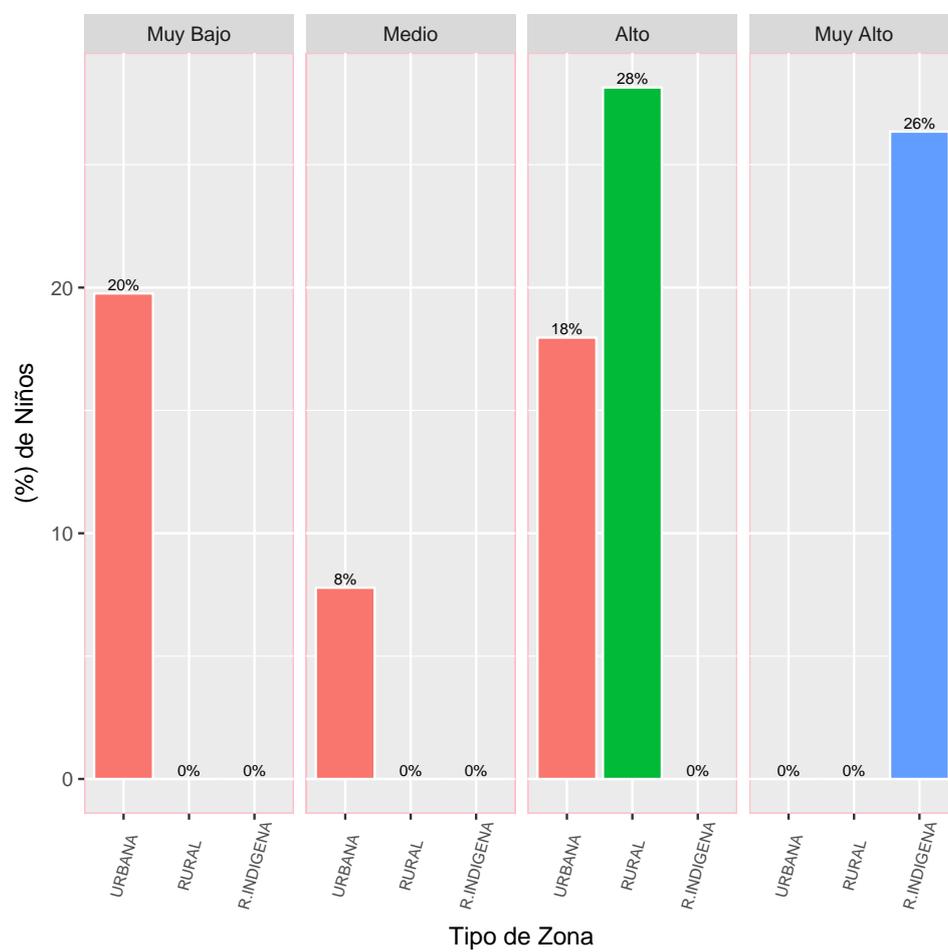




Figura 35: Probabilidad de $CI \leq 89$ por Nivel de Marginación de la Base de Datos Integrada

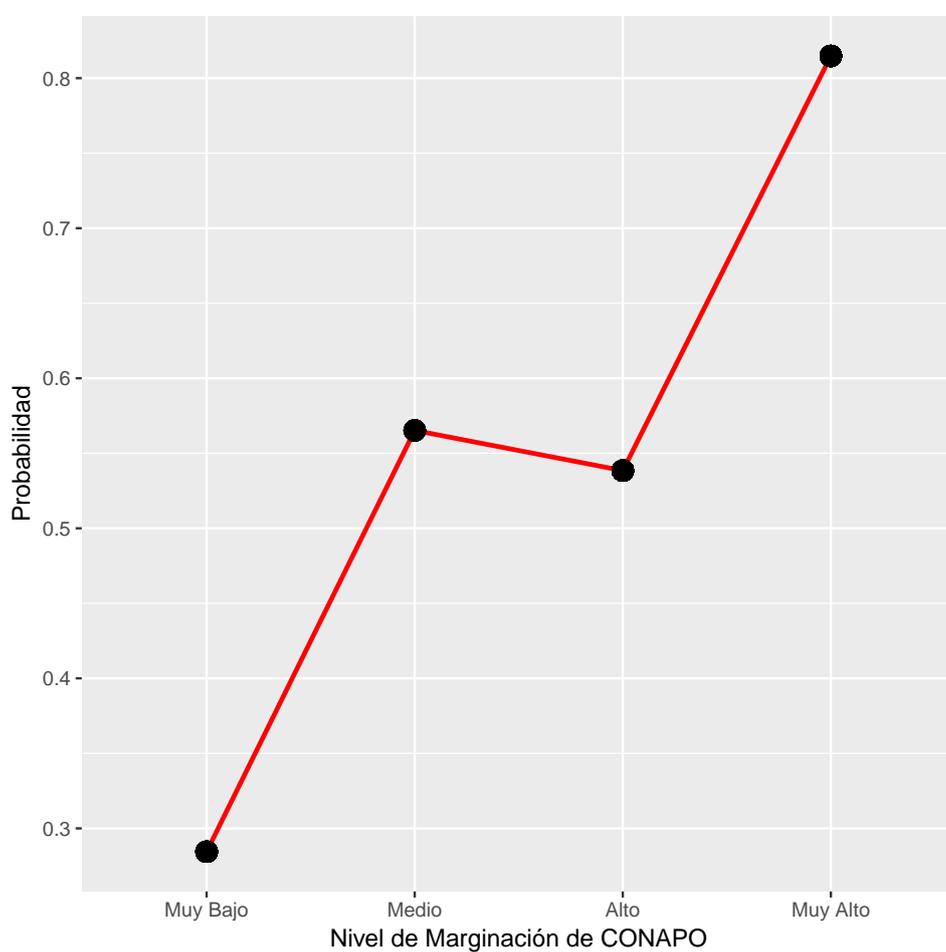
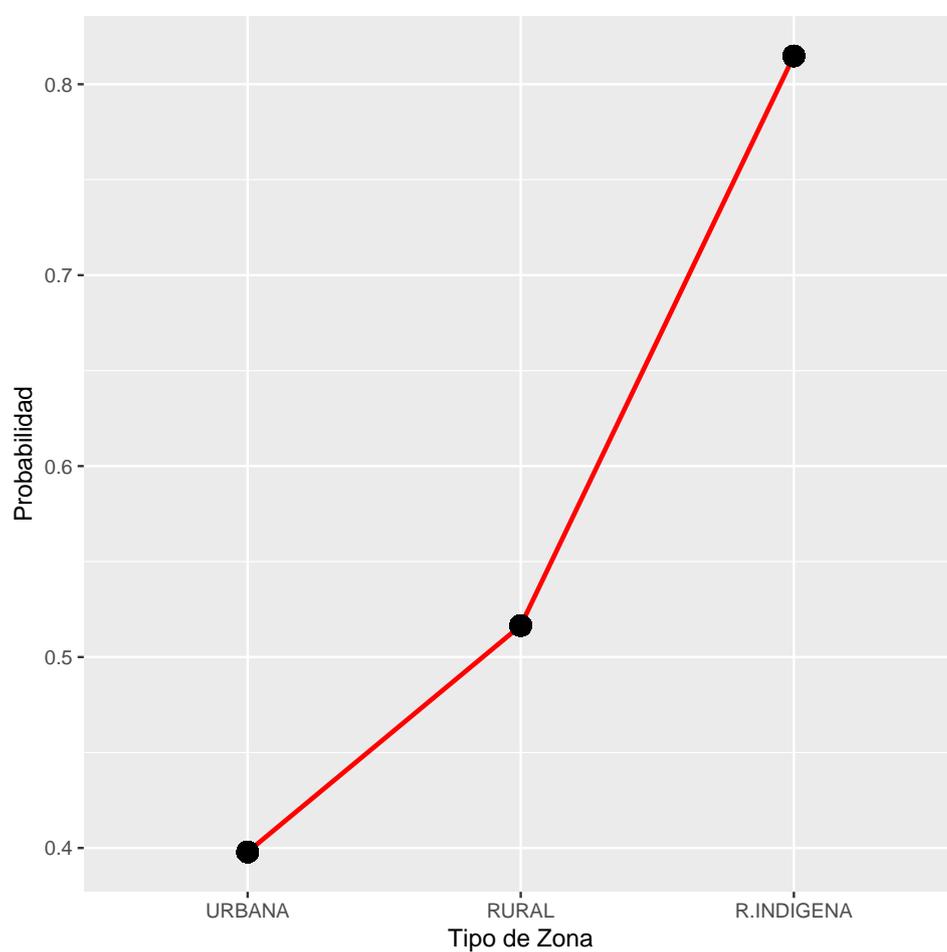




Figura 36: Probabilidad de $CI \leq 89$ por Zona de la Base de Datos Integrada





Tablas



Tabla 13: (%) de Exceso de Casos de la Base de Datos Integrada

CI	(%) Encontrado	(%) Esperado
Mayor a 89	50	75
Menor a 89	50	25

Tabla 14: Regresión Logística a partir de la Base de Datos Integrada Entre CI, Tipo de Zona y Nivel de Marginación

	Variable Dependiente	
	CI \leq 89	
	(1)	(2)
Intercepto	-0.922*** (0.206)	-0.414*** (0.148)
NM Medio	1.185** (0.468)	
NM Alto	1.076*** (0.265)	
NM Muy Alto	2.404*** (0.406)	
Zona Rural		0.480* (0.257)
Zona Rural Indigena		1.896*** (0.380)
Observations	336	336
Log Likelihood	-209.586	-217.283
Akaike Inf. Crit.	427.171	440.566
Nota	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	



Tabla 15: ANOVA del Nivel de Marginación de la Base de Datos Integrada

Marginación	
Df	3
Deviance	46.612
Resid. Df	332
Resid. Dev	419.171
Pr(>Chi)	0

Tabla 16: ANOVA del Tipo de Zona de la Base de Datos Integrada

Zona	
Df	2
Deviance	31.217
Resid. Df	333
Resid. Dev	434.566
Pr(>Chi)	0.00000

Tabla 17: Razón de Momio del Nivel de Marginación del Modelo Lógico de la Base de Datos Integrada

	NM Medio	NM Alto	NM Muy Alto
OR	3.270	2.930	11.070
2.5 %	1.310	1.760	5.170
97.5 %	8.380	4.980	25.700

Si el IC contiene al 1, la Razón de Momios no es significativa

Tabla 18: Razón de Momios del Tipo de Zona del Modelo Lógico de la Base de Datos Integrada

	Zona Rural	Zona Rural Indígena
OR	1.620	6.660
2.5 %	0.980	3.280
97.5 %	2.680	14.750

Si el IC contiene al 1, la Razón de Momios no es significativa

Tabla 19: Resultados de la Fracción de Impacto y Carga Atribuible de la Marginación y Zona de los YLD por un $CI \leq 89$

	YLD	Categoría	Ecuación	(%) Fracción de Impacto	Carga Atribuible (años)
1	104.394	N Marginación	Ecuación 4	64.898	64.749
2	104.394	Zona	Ecuación 4	45.293	44.283
3	104.394	N Marginación	Ecuación 5	55.508	54.948
4	104.394	Zona	Ecuación 5	8.987	6.382



Base de Datos con Neurotóxicos

Figuras

Figura 37: Distribución del Coeficiente Intelectual de la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos

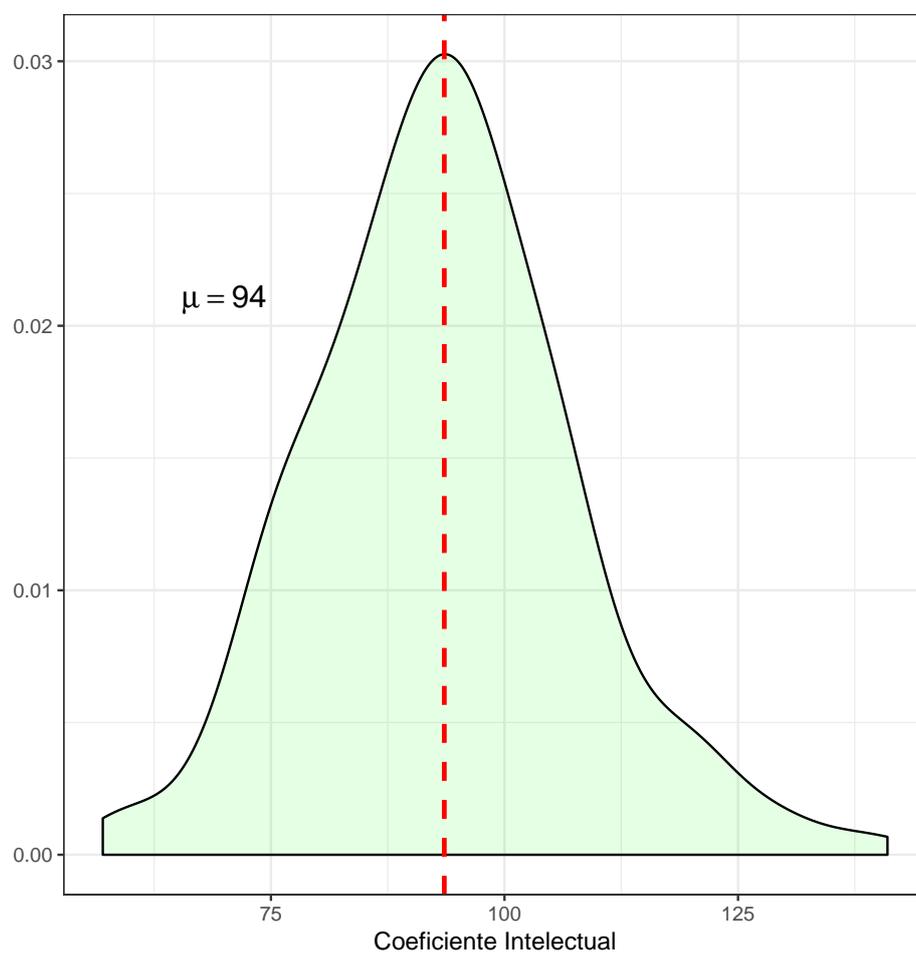


Figura 38: Distribución de $\mu\text{g/dL}$ de Plomo en sangre de la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos

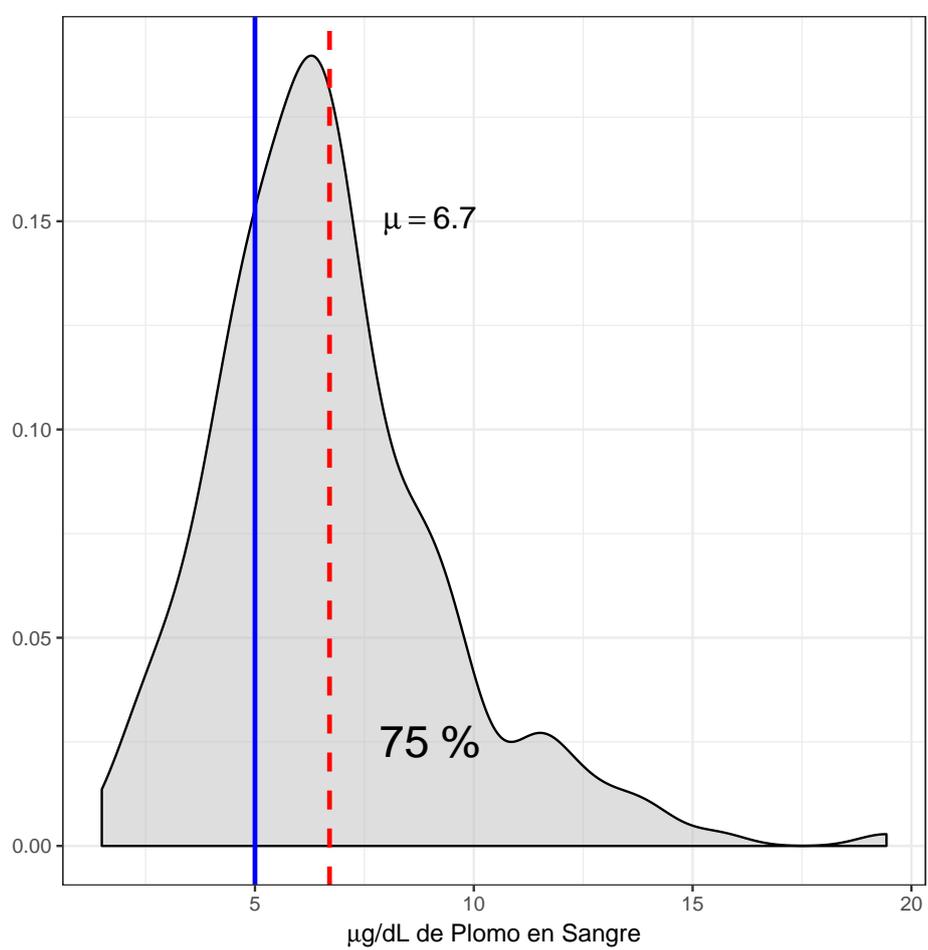




Figura 39: Distribución de mg/L de Flúor en orina de la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos

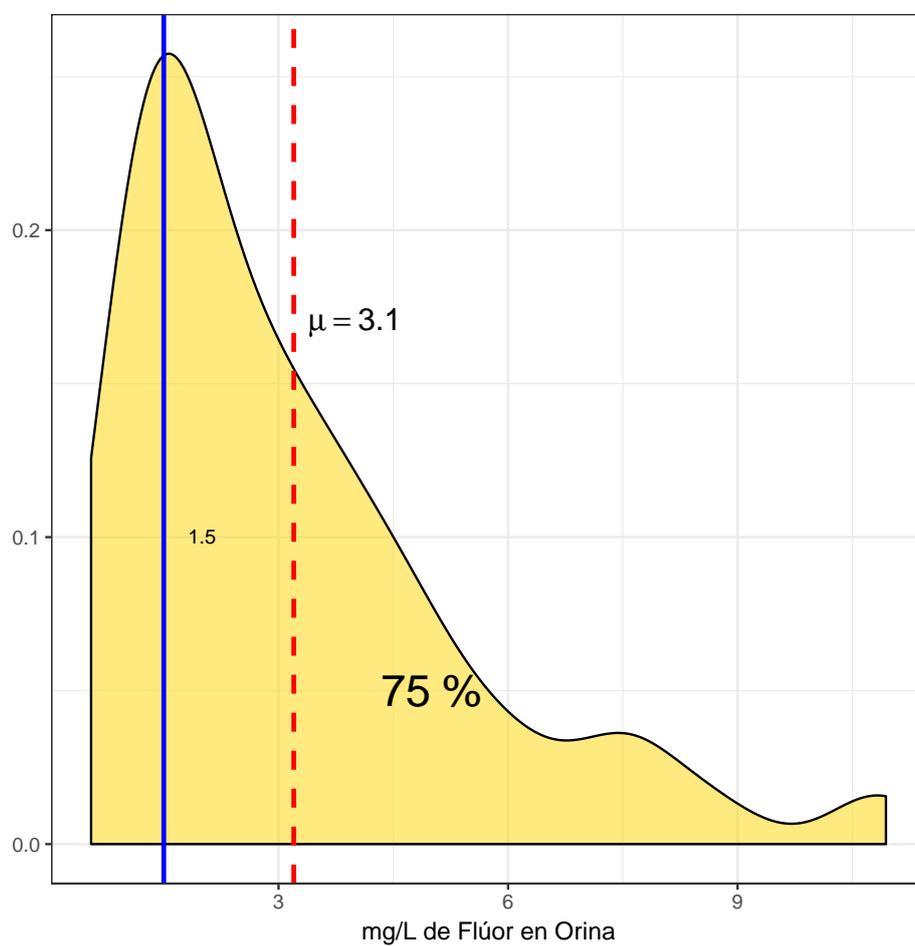




Figura 40: Distribución del $CI \leq 89$ por Nivel de Marginación Base de Datos Integrada con Neurotóxicos

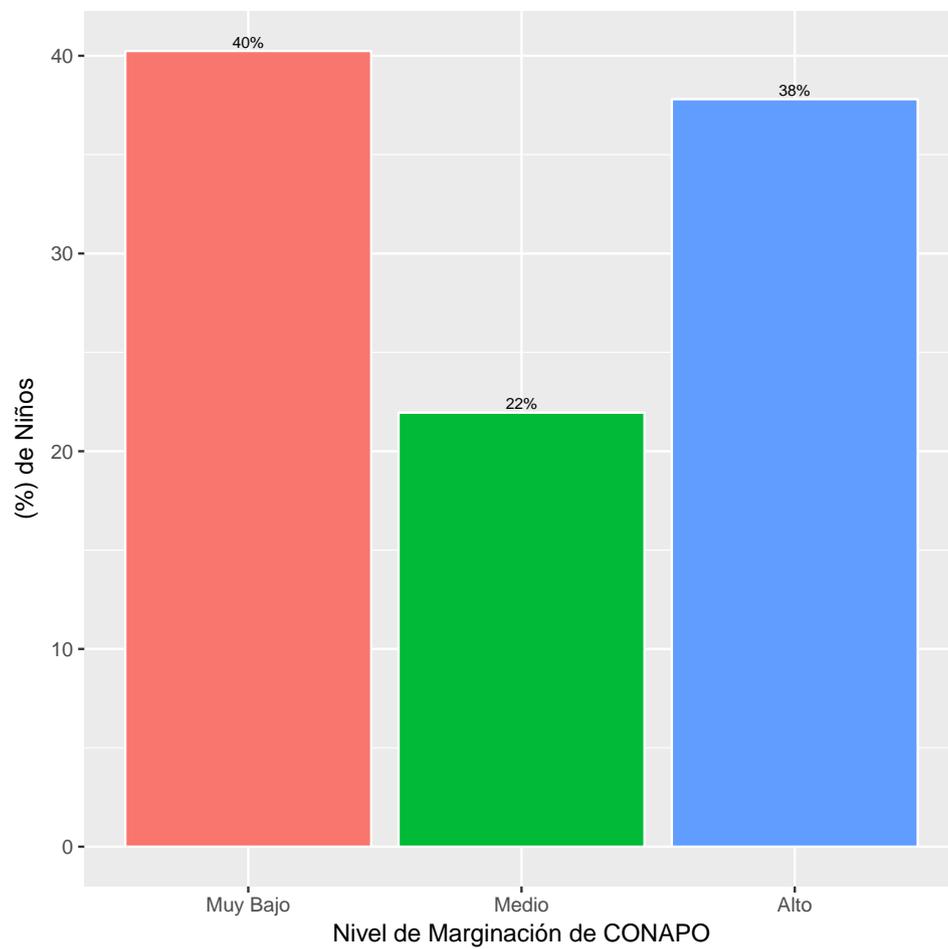




Figura 41: Distribución del $CI \leq 89$ por Nivel de Plomo Categorizado en la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos

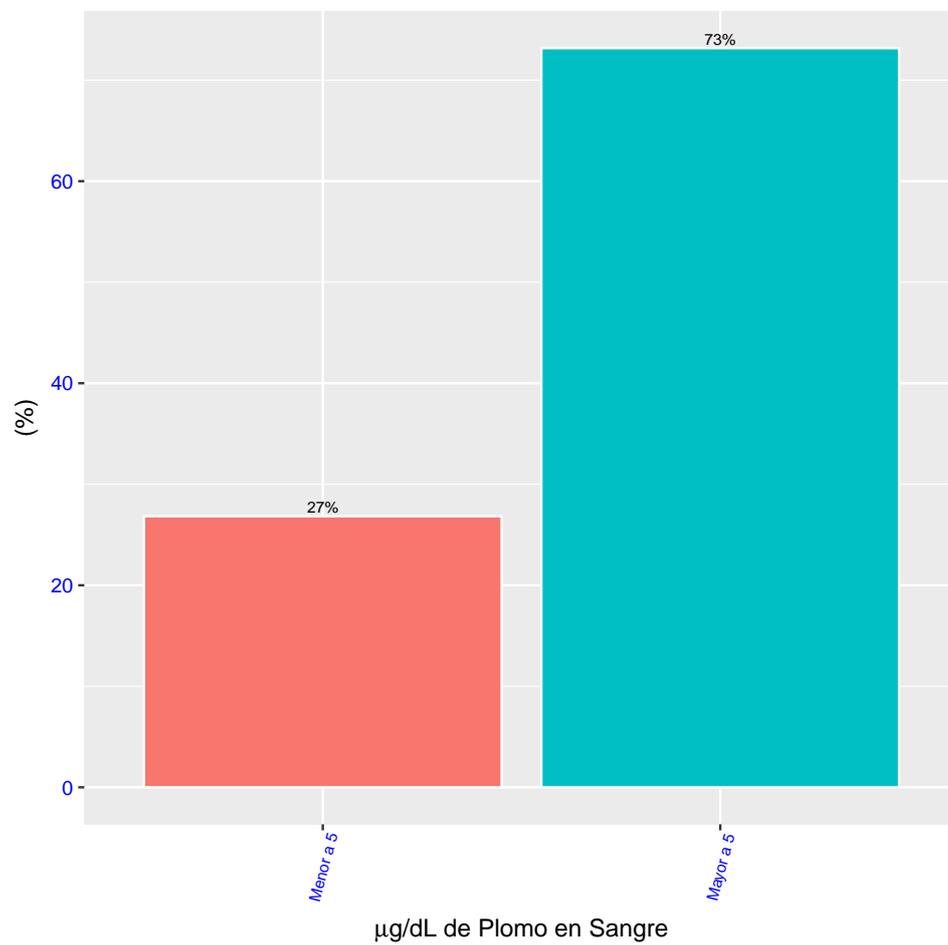




Figura 42: Distribución del $CI \leq 89$ por Nivel de Plomo Categorizado y Marginación en la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos

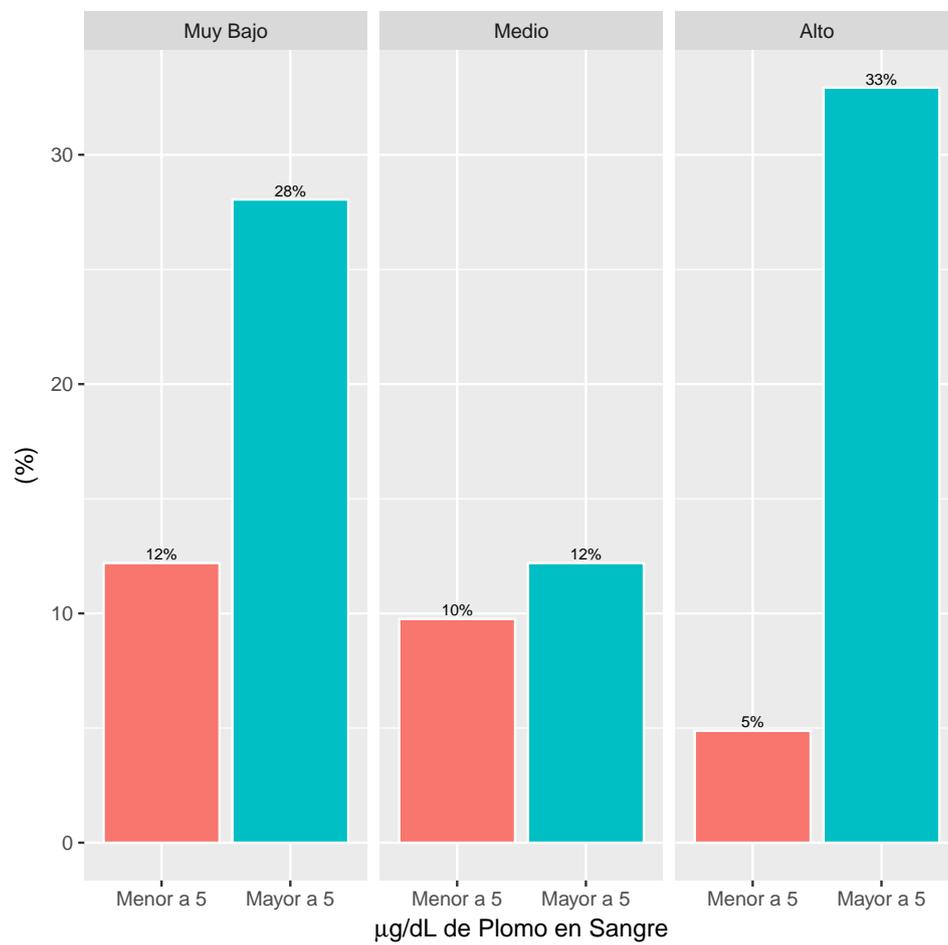




Figura 43: Distribución del $CI \leq 89$ por Nivel de Flúor Categorizado en la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos

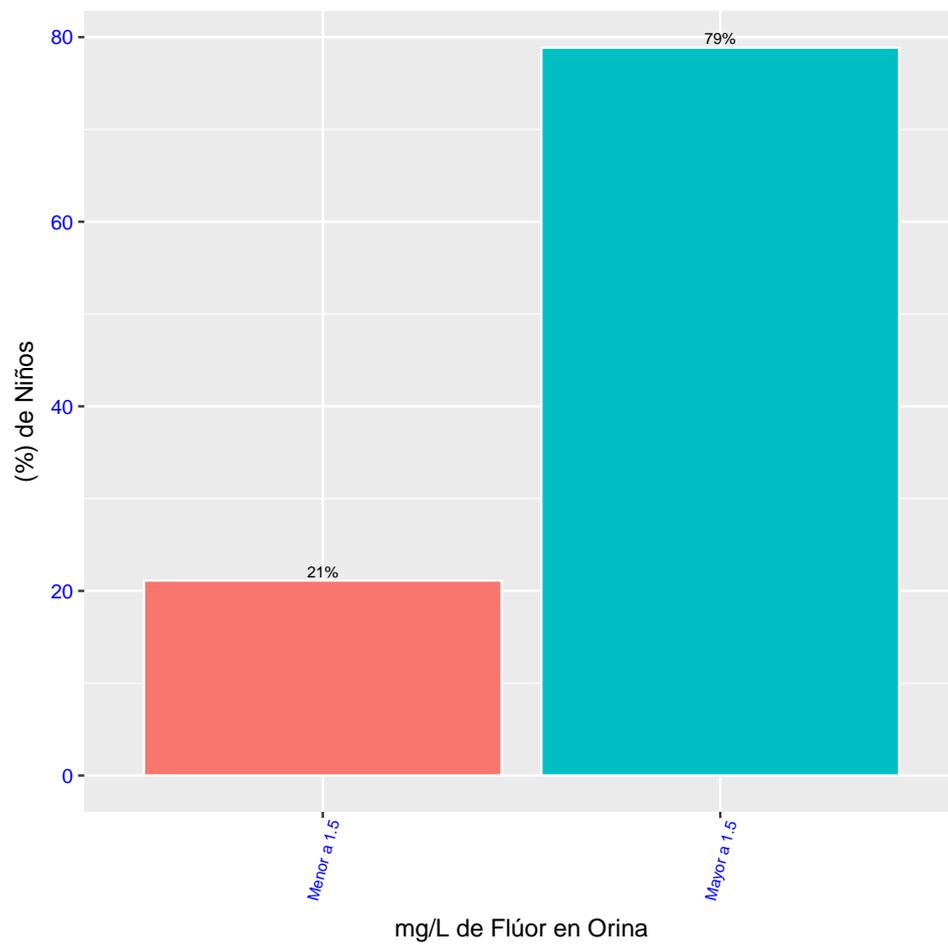




Figura 44: Distribución del $CI \leq 89$ por Nivel de Flúor Categorizado y Marginación en la Base de Datos Integrada con Neurotóxicos

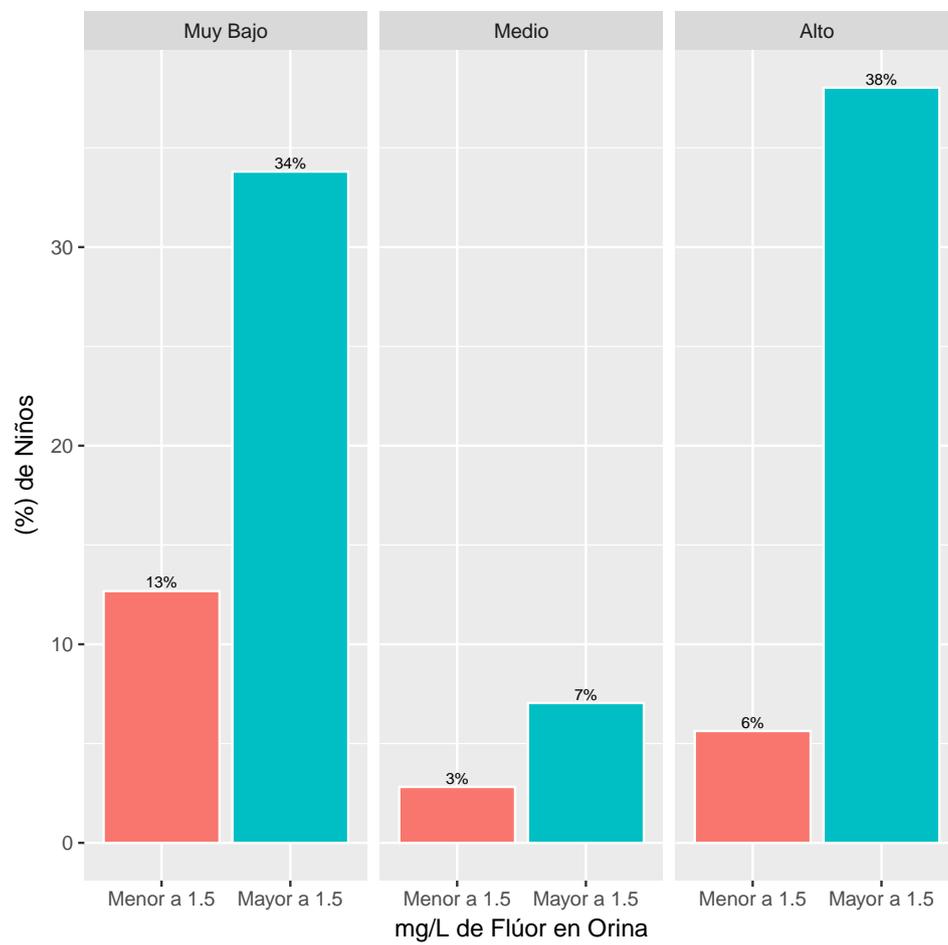




Figura 45: Probabilidad de un $CI \leq 89$ por Nivel de Marginación y Pb Categorizado

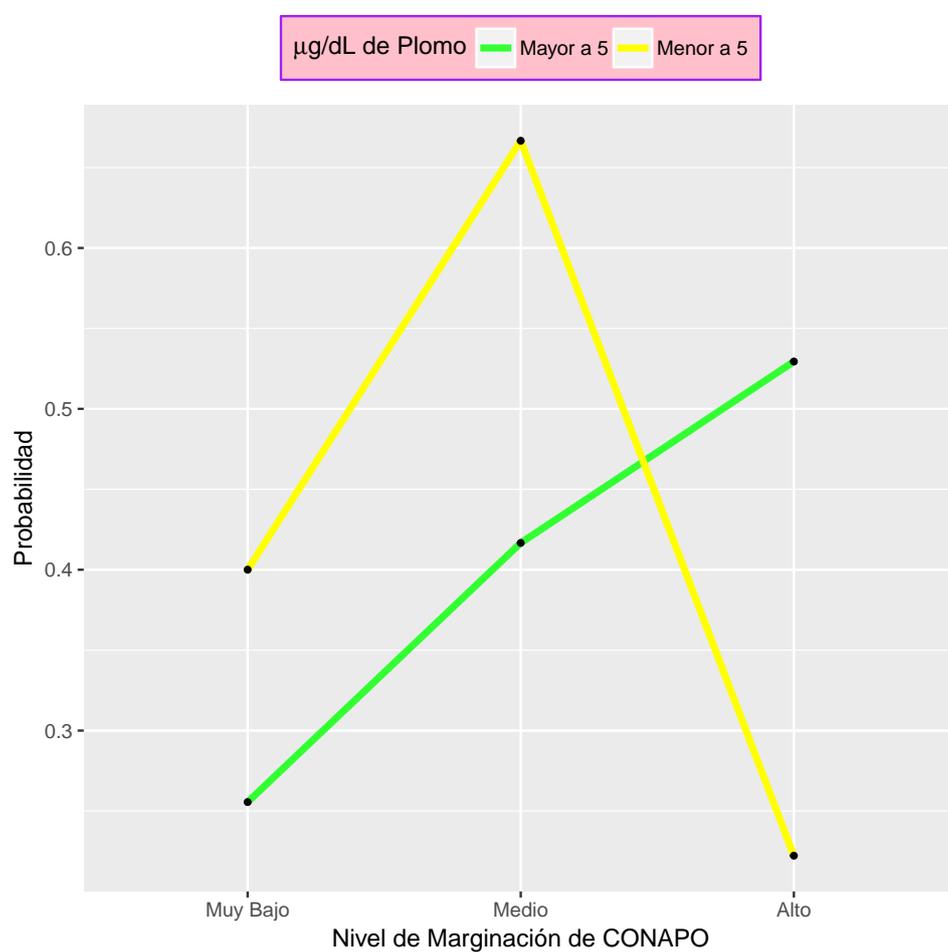
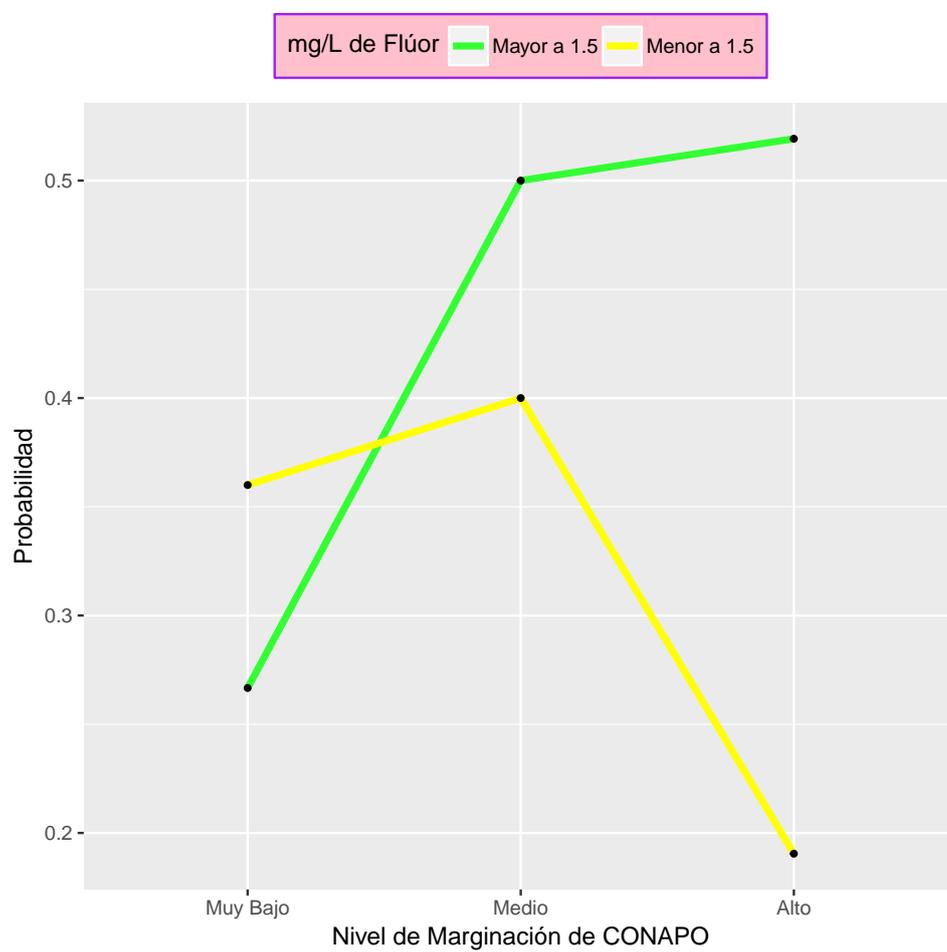




Figura 46: Probabilidad de un $CI \leq 89$ por Nivel de Marginación y F Categorizado





Tablas



Tabla 20: (%) de Exceso de Casos de la Base de Datos con F y Pb

CI	(%) Encontrado	(%) Esperado
Mayor a 89	63	75
Menor a 89	37	25

Tabla 21: Resultados del Modelo Logístico de CI con F y Pb logarítmicos y Categorizados

	Variable Dependiente			
	CI \leq 89		CI \leq 89	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Intercepto	-0.405 (0.275)	-0.618 (0.378)	-0.875*** (0.307)	-0.611** (0.248)
Plomo \geq 5	-0.154 (0.319)			
log (Pb)		0.014 (0.052)		
Fluor \geq 1,5			0.336 (0.350)	
log(F)				-0.010 (0.215)
Observations	220	220	203	203
Log Likelihood	-145.170	-145.248	-130.928	-131.400
Akaike Inf. Crit.	294.340	294.495	265.857	266.799
Nota	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01			



Tabla 22: Resultados del Modelo Logístico con F y Pb Categorizado y Nivel Marginación

	Variable Dependiente	
	CI \leq 89 (1)	CI \leq 89 (2)
Intercepto	-0.405 (0.408)	-0.575 (0.417)
Fluor \geq 1,5		-0.436 (0.480)
NM Medio	1.099 (0.736)	0.170 (1.003)
NM ALTO	-0.847 (0.699)	-0.872 (0.695)
Plomo \geq 5	-0.664 (0.474)	
NM Medio: Plomo \geq 5	-0.366 (0.878)	
NM Alto: Plomo \geq 5	2.034** (0.791)	
NM Medio: Fluor \geq 1,5		0.842 (1.210)
NM Alto: Fluor \geq 1,5		1.960** (0.785)
Observations	220	203
Log Likelihood	-136.713	-125.055
Akaike Inf. Crit.	285.426	262.109
Nota	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	



Tabla 23: ANOVA de las variables Pb categorizado y Nivel de Marginación y su interacción

	Nivel de Marginación	Pb Codificado	NM: Pb Codificado
Df	2	1	2
Deviance	7.860	0.059	9.228
Resid. Df	217	216	214
Resid. Dev	282.712	282.654	273.426
Pr(>Chi)	0.020	0.809	0.010

Tabla 24: ANOVA de las variables F categorizado y Nivel de Marginación y su interacción

	Nivel de Marginación	F Codificado	NM: F Codificado
Df	1	2	2
Deviance	0.945	5.145	6.603
Resid. Df	201	199	197
Resid. Dev	261.857	256.712	250.109
Pr(>Chi)	0.331	0.076	0.037

Tabla 25: Razón de Momios de Pb y Nivel de Marginación con Interacción

	NM Medio	NM Alto	Pb \geq 5	NM Medio: Pb \geq 5	NM Alto: Pb \geq 5
OR	3	0.430	0.510	0.690	7.650
2.5 %	0.740	0.100	0.200	0.120	1.690
97.5 %	13.890	1.610	1.330	3.760	38.910

Si el IC contiene al 1, la Razón de Momios no es significativa

Tabla 26: Razón de Momios de F y Nivel de Marginación con Interacción

	NM Medio	NM Alto	F \geq 1,5	NM Medio: F \geq 1,5	NM Alto: F \geq 1,5
OR	0.650	1.190	0.420	2.320	7.100
2.5 %	0.260	0.140	0.100	0.220	1.580
97.5 %	1.710	8.510	1.560	28.350	35.730

Si el IC contiene al 1, la Razón de Momios no es significativa

Tabla 27: Resultados de la Fracción de Impacto y Carga Atribuible a Pb y F de los YLD por un $CI \leq 89$

	YLD	Escenario	Ecuación	(%) Fracción de Impacto	Carga Atribuible (años)
1	78.287	Pb \geq 5: NM Alto	Ecuación 3	44.938	32.181
2	73.462	F \geq 1.5: NM Alto	Ecuación 3	44.792	29.905