

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

FACTORES ASOCIADOS AL ESTADO DE SALUD DE ADOLESCENTES CON EXPOSICIÓN CONTINUA A

PLOMO, ARSÉNICO Y FLÚOR, QUE VIVEN CERCA DE UNA ZONA METALÚRGICA

EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

PRESENTA:

MSP. PATRICIA ELIZABETH COSSÍO TORRES

DIRECTOR DE TESIS:

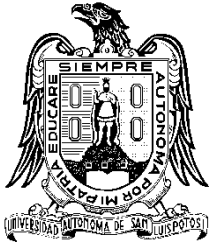
DR. FERNANDO DÍAZ-BARRIGA MARTÍNEZ

ASESORES:

DRA. JAQUELINE CALDERÓN HERNÁNDEZ

DRA. ANA CRISTINA CUBILLAS TEJEDA

ENERO 2011



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

FACTORES ASOCIADOS AL ESTADO DE SALUD DE ADOLESCENTES CON EXPOSICIÓN CONTINUA A

PLOMO, ARSÉNICO Y FLÚOR, QUE VIVEN CERCA DE UNA ZONA METALÚRGICA

EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

PRESENTA:

MSP. PATRICIA ELIZABETH COSSÍO TORRES

COMITÉ TUTELAR:

DIRECTOR: DR. FERNANDO DÍAZ BARRIGA MARTÍNEZ

ASESOR: DRA. JAQUELINE CALDERÓN HERNÁNDEZ

ASESOR: DRA. ANA CRISTINA CUBILLAS TEJEDA

SINODALES:

PRESIDENTE: DR. FERNANDO DÍAZ BARRIGA MARTÍNEZ

SECRETARIO: DR. JOSÉ DE JESÚS MEJÍA SAAVEDRA

VOCAL: DRA. ANA CRISTINA CUBILLAS TEJEDA

VOCAL: DR. GUSTAVO AVIÑA CERECER

VOCAL: DR. FERNANDO JARAMILLO JUÁREZ

CRÉDITOS INSTITUCIONALES

PROYECTO REALIZADO EN:

**LABORATORIO DE TOXICOLOGÍA AMBIENTAL DE LA FACULTAD DE
MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ**

CON FINANCIAMIENTO DE:

EL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACyT)

A TRAVÉS DEL PROYECTO DENOMINADO:

CONACTY-SALUD-2007-C01-69320

AGRADEZCO A CONACyT EL OTORGAMIENTO DE LA BECA-TESIS

Becario No. 205131

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

SEÑOR:

Gracias por haberme dado la vida y ponerme al cuidado en las maravillosas manos de mi madre, quien día a día con su ejemplo y enseñanzas, me demostró que los sueños pueden alcanzarse siempre que uno tenga el entusiasmo, la pasión, dedicación, fuerza, fe y paciencia para lograrlo. Y que además, me diste la dicha de tener un hermano grandioso, el cual me ha enseñado con su ejemplo que los anhelos no tienen fronteras.

Gracias por poner en mi camino a mi esposo, por permitirme crecer a su lado, porque a través de él he aprendido lo tierna, amorosa y maravillosa que es la vida; porque durante todos estos años ha estado siempre a mi lado apoyándome sin límites en mis anhelos personales y profesionales.

Gracias por todas las personas de las cuales me has rodeado, como familiares y amigos que han contribuido a ser la persona que soy y me dan el ánimo para seguir día a día.

Patricia

GRACIAS

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, porque desde que me formó como enfermera sembró en mí la inquietud de seguir adelante en la adquisición de conocimientos.

Al Dr. Fernando Díaz-Barriga, por convertirse en mi guía, mentor e incluso un buen amigo; por brindarme su confianza, por enseñarme que nunca hay que dejar de soñar porque todo es posible, y sobre todo... que no se vale desistir.

A la Dra. Jaqueline, por todos sus conocimientos compartidos, su paciencia y su tiempo; que fueron más allá del presente trabajo.

A la Dra. Ana Cristina, por su paciencia y valioso tiempo.

A la Dra. Leticia Yañez, por su confianza y tiempo dedicado en el presente trabajo.

A mis profesores y compañeros, que me enseñaron y apoyaron en el camino arduo y placentero de la investigación.

Y muy en especial, a todos los adolescentes y sus padres que participaron en el presente trabajo, porque me brindaron su confianza y amistad en todo momento... sin ellos, el presente trabajo no hubiera sido posible.

Dedicado a...

Coco, Sam, Gabby y Canela

Y a ti...

Mi dulce bebé, que espero con ansias tu llegada

Porque desde que llegaron a mi vida me han hecho una mejor persona

Porque son prueba del amor incondicional

Porque son la alegría de mi vida

ÍNDICE

Resumen.....	9
1. Introducción.....	11
2. Planteamiento del problema.....	13
3. Marco referencial	29
4. Objetivos.....	39
5. Metodología.	
5.1 Tipo de estudio.....	41
5.2 Diseño muestral.....	41
5.3 Variables.....	42
5.4 Instrumentos de medición.....	43
5.5 Recolección de datos.....	45
5.6 Análisis estadístico.....	48
5.7 Aspectos éticos y de bioseguridad.....	49
5.8 Recursos.....	50
6. Resultados.....	51
7. Discusión.....	72
8. Limitantes.....	79
9. Conclusiones.....	80
10. Bibliografía referida.....	83
11. Bibliografía consultada.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concentraciones de plomo en matrices ambientales de la zona de Morales, San Luis Potosí, México 1995.....	34
Tabla 2. Concentraciones de arsénico en matrices ambientales de la zona de Morales, San Luis Potosí, México 1995.....	34
Tabla 3. Concentraciones de plomo en sangre y arsénico en orina de población infantil, residente de la zona de Morales, San Luis Potosí, México de 1989 a 2004.....	36
Tabla 4. Concentraciones de arsénico y fluoruros en muestras de agua subterránea de pozos profundos en la zona de Morales, 2006.....	37
Tabla 5. Factores individuales de la población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	52
Tabla 6. Factores familiares de la población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	53
Tabla 7. Factores sociales de la población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	54
Tabla 8. Monitoreo biológico en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	55
Tabla 9. Estado nutricional de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	56
Tabla 10. Caracterización del estado cognitivo de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	57
Tabla 11. Estado cognitivo de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	57
Tabla 12. Estado de salud mental, rendimiento escolar y conductas de riesgo para la salud; de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	58

Tabla 13. Análisis bivariado del estado nutricional de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	60
Tabla 14. Análisis bivariado del estado cognitivo de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	61
Tabla 15. Análisis bivariado del estado de salud mental de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	62
Tabla 16. Análisis bivariado del rendimiento escolar de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	63
Tabla 17. Análisis bivariado de agresión/delincuencia en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	64
Tabla 18. Análisis bivariado de consumo riesgoso y dañino de alcohol en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	65
Tabla 19. Análisis bivariado de consumo de tabaco en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	66
Tabla 20. Análisis bivariado de uso/abuso de sustancias en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	67
Tabla 21. Análisis bivariado de los agentes contaminantes de una población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	68
Tabla 22. Análisis multivariado del estado nutricional en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	68
Tabla 23. Análisis multivariado del estado cognitivo en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	70
Tabla 24. Análisis multivariado del estado de salud mental, rendimiento escolar y conductas de riesgo para la salud en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del complejo metalúrgico en la Ciudad de San Luis Potosí, México.....	29
Figura 2. Ubicación de polvos metálicos en el complejo metalúrgico de la Ciudad de San Luis Potosí, México.....	31
Figura 3. Promedio semestral de plomo en aire durante los meses octubre-marzo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en la zona residencial aledaña al complejo metalúrgico de 1989-2004.....	32
Figura 4. Promedio semestral de arsénico en aire durante los meses octubre-marzo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en la zona residencial aledaña al complejo metalúrgico de 1989-2004.....	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Carta de consentimiento.

Anexo 2. Cuestionario de historial de salud.

Anexo 3. Cuestionario socio-ambiental.

Anexo 4. Cuestionario sobre consumo de tabaco, alcohol y drogas.

Anexo 5. Cuestionario de Tamizaje de Problemas en Adolescentes (POSIT).

Anexo 6. Historia clínica neurológica.

Anexo 7. Técnica de rayos-X fluorescentes (K-XRF4 y K-XRF2).

Anexo 8. Carta Comisión de Bioética, Facultad de Medicina,
Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

RESUMEN

Objetivo: identificar los factores individuales, familiares, sociales y de exposición a agentes contaminantes; que intervienen en el estado de salud actual (nutricional, cognitivo, salud mental y rendimiento escolar) y conductas de riesgo para la salud (agresión/delincuencia, consumo riesgoso y dañino de alcohol, consumo de tabaco y uso/abuso de sustancias) de un grupo de adolescentes expuestos crónicamente a plomo, arsénico y flúor.

Métodos: La muestra incluyó 40 adolescentes entre 12 y 19 años de edad, que viven aledañosamente a un complejo metalúrgico en la ciudad de San Luis Potosí, México.

Resultados: A través de modelos de regresión múltiple y lineal, se identificaron los siguientes factores protectores: el volumen corpuscular medio, la escolaridad del adolescente, escolaridad del padre, vivir en un departamento y no contar con seguridad social. Los factores de riesgo identificados fueron: horas de sueño, familia monoparental, tener antecedentes en la familia de uso/abuso de sustancias, número de residentes, interés laboral de riesgo, plomo en sangre durante la infancia, plomo en sangre actual, plomo en tibia, y la presencia de flúor en orina. El sexo y el ejercicio fueron variables que se constituyeron como factores de protección y de riesgo a la vez.

Conclusiones: Este estudio piloto fue una aproximación para conocer aquellos factores que tienen influencia en el estado de salud de adolescentes con exposición a contaminantes ambientales. A través del reconocimiento de factores protectores, se podrán crear programas basados en el fomento de estos factores, además de evitar ó aminorar factores de riesgo; todo ello a través de acciones desde los niveles comunitario, familiar e individual.

Palabras clave: adolescencia, factores protectores, factores de riesgo, estado de salud, conductas de riesgo para la salud, plomo en sangre y hueso, arsénico y flúor.

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study was to identify individual, familial, social, and exposure to environmental pollutants factors, that were related to health outcomes (nutritional, cognitive status, mental health and educational status), and health risk behavior (aggressive behavior/delinquency, hazardous/harmful drinking, tobacco use, and substance use/abuse); of adolescents who have been exposed all their lives to lead, arsenic and fluoride.

Methods: The sample included 40 adolescents, aged 12-19 years, whom have been lived next to the metallurgical complex area, located within the city of San Luis Potosi, Mexico.

Results: Through models of multiple logistic and linear regressions, we were able to identify protective factors: mean cell volume (MCV), adolescent education, father education, living in an apartment, and not have social security. Risk factors identified were: sleep hours, mono-parental family, positive family history of substance use/abuse, residents by household, employment risk status, blood lead during childhood and adolescence, tibia bone lead, and fluoride in urine. Sex and exercise were risk and protective factors, at the same time.

Conclusions: This pilot study was an approach to know the factors that have influence in the health status of adolescents at risk in a polluted site. Through the recognition of protective and risk factors, it could be possible to create programs to foster protective factors and avoid risk factors, from the community, family and/or individual levels.

Keywords: adolescence, protective factors, risk factors, health risk behaviors, health outcomes, bone and blood lead, arsenic and fluoride.

1. INTRODUCCIÓN

La salud de la población adolescente es un elemento básico para el progreso de las naciones. El reconocimiento de este hecho constituye un cambio significativo en la formulación de políticas y estrategias de desarrollo de los países, que permita el bienestar de este grupo; debido a que a esta edad son particularmente vulnerables desde el punto de vista social, económico y de salud. De ahí, la necesidad de generar programas integrales basados en realidades concretas, para crear jóvenes preparados que hagan frente a ello, más que jóvenes libres de riesgo.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), para lograr un desarrollo saludable, los adolescentes necesitan en principio haber tenido una infancia saludable y después un ambiente de apoyo y oportunidades a través de la familia, el grupo de pares y otras instituciones sociales. Posteriormente, también requieren oportunidades para obtener conocimientos adecuados que les permitan hacer elecciones saludables, y poder influir en las actitudes y conductas. Por último, los adolescentes necesitan acceder a una amplia gama de servicios: educación, empleo, salud, justicia y bienestar, los cuales deben ser sensibles a sus requerimientos.

La existencia de esos servicios depende de los recursos y la legislación, pero ninguna privilegia la salud de manera integral y equilibrada. La incorporación de la población adolescente en el sector salud es una preocupación reciente, y cada vez más necesaria, debido al aumento de esta población. Actualmente, existe escasez y deficiencias de una atención integral de salud, así como la falta de participación juvenil en el cuidado de su salud y en la promoción del bienestar comunitario.

En México, existe una gran heterogeneidad de realidades nacionales, dicha heterogeneidad dificulta el análisis, interpretación, planeación e intervención de este grupo poblacional. No obstante, existen diversos estudios con adolescentes en relación a cuestiones psicosociales y sexuales; sin embargo, hay pocas investigaciones orientadas a analizar la influencia de contaminantes ambientales como un determinante más en el estado de salud de los adolescentes.

Es por ello, que en la presente investigación se realizó la identificación de aquellos factores individuales, familiares, sociales y de exposición a agentes contaminantes; en términos de factores de riesgo y de protección; que estuvieran explicando el estado de salud (nutricional, cognitivo, salud mental y rendimiento escolar) y las conductas de riesgo para la salud (agresión/delincuencia, consumo riesgoso y dañino de alcohol, consumo de tabaco y uso/ abuso de sustancias) en un grupo de adolescentes que han estado expuestos continuamente a plomo, arsénico y flúor; debido a que viven alledaño a un complejo metalúrgico ubicado en la ciudad de San Luis Potosí.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los adolescentes en México tienen una gran representación, específicamente en el año 2005, la población de 10 a 19 años de edad representó el 20.8% (21 061 144 habitantes) de la población total; y en San Luis Potosí correspondió al 22% (532 555 habitantes)¹.

Al estudiar a los adolescentes es necesario remitirse a su definición; la palabra adolescencia deriva del latín *adolescens* (joven) y *adolescere* (crecer). La asociación de la palabra adolecer en la lengua española nos lleva a la idea de tener o estar sujeto a afectos, pasiones, vicios o malas cualidades, causar dolencia o enfermedad adjetivos que califican a este periodo como turbulento y caótico².

Cabe hacer mención la diferencia entre los términos pubertad y adolescencia. La primera se refiere a un proceso de crecimiento y maduración biológica que se desarrolla bajo control genético estricto, manifestado en los siguientes cambios: a) crecimiento y maduración del aparato genital, b) aparición de caracteres sexuales secundarios, c) crecimiento acelerado del sistema musculoesquelético y d) adquisición de la capacidad de procreación. Además durante la pubertad ocurren dos hechos significativos: la menarquia en las mujeres y la espermarquia en los hombres. La pubertad se desarrolla en las mujeres entre los 10 y 13 años en promedio y en los hombres entre lo 11 y 14 años de edad³. En cambio la adolescencia es el periodo que tiene como finalidad lograr la madurez emocional y social.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la adolescencia desde el punto de vista cronológico como el periodo de comprensión entre los 10 y 19 años; sin embargo, autores como Dulanto e Ingersoll⁴ definen a la adolescencia en tres etapas: temprana (12 a 14 años de edad), media (15 a 17 años de edad) y tardía (18 a 21 años de edad). Actualmente, el establecimiento de los límites de la adolescencia no han sido definidos de manera concensuada, debido a que depende del contexto sociocultural donde se este desarrollando el adolescente. Además, las situaciones actuales en términos económicos y sociales, hace que los adolescentes inicien una adultez forzada, ó en caso contrario, existen adultos jóvenes que aún tienen roles de un adolescente.

La concepción general de la sociedad es que la adolescencia es la etapa “más saludable” de todos los ciclos vitales del ser humano; sin embargo, este grupo etéreo posee características y necesidades propias que demandan a su vez cuidados especiales, ya que la adolescencia es una etapa en la que los jóvenes se enfrentan a situaciones nuevas ante las cuales no siempre cuentan con elementos necesarios en términos de conocimientos, actitudes y conductas; además de la falta de apoyo por parte de su entorno que les permita prevenir situaciones de riesgo para la salud. Si a lo anterior agregamos la poca asistencia a control médico que tienen los adolescentes, la alimentación inadecuada, uso y abuso de tabaco, alcohol y drogas; conductas sexuales de riesgo y la agresión/delincuencia; además de un contexto de pobreza y marginación, así como la exposición a contaminantes ambientales; todo ello puede originar una sinergia de efectos para el estado de salud y bienestar actual de los adolescentes. Bajo este escenario, se origina la interrogante de si este grupo etéreo contará con los elementos suficientes para finalizar su transición a la etapa adulta de la forma más saludable posible.

Según el INEGI, en el 2008 las tres principales causas de mortalidad en el grupo de 15 a 24 años de edad fueron los accidentes de tráfico de vehículos de motor, agresiones y tumores malignos. Para el grupo de hombres la primera y segunda causa se mantienen igual, pero en la tercer causa aparecen las lesiones autoinflingidas intencionalmente. En el caso de las mujeres, en primer lugar siguen siendo los accidentes en vehículos de motor, seguido por los tumores malignos (leucemias) y el embarazo, parto y puerperio. En San Luis Potosí, también en el 2008 con el mismo grupo etéreo, las tres primeras causas de muerte fueron los accidentes de tráfico de vehículos de motor, agresiones y lesiones autoinflingidas intencionalmente. Para el grupo de hombres continúan estas mismas tres causas. Y en el grupo de mujeres la primera causa fueron los accidentes, seguido por tumores malignos (leucemias) y agresiones⁵.

Las tasas de mortalidad a pesar de ser bajas en la adolescencia en comparación con otros periodos de la vida, algunas enfermedades presentan picos de incidencia durante esta etapa; por ejemplo la hepatitis⁶ y las afecciones gastrointestinales⁷, así como los ataques asmáticos⁸ son más notorios en este periodo. Además en la adolescencia ocurre el tiempo crítico para el establecimiento de desórdenes en la alimentación⁹ y el sueño¹⁰;

así como la aparición de enfermedades que estuvieron latentes durante la infancia, como la diabetes, desórdenes tiroideos, enfermedad arterial coronaria, esquizofrenia y enfermedades inmunológicas¹¹.

Referente a las causas de morbilidad en adolescentes en México, no existen estadísticas actuales. El INEGI, sólo reporta los egresos hospitalarios de acuerdo a las instituciones de salud con el total de la población, sin especificar los diferentes grupos etáreos. Sin embargo, la Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí, reporta con la población abierta (sin derechohabencia) que las tres primeras causas de morbilidad durante el 2008 tanto para el grupo de edad de 10 a 14 años, como el de 15 a 19 años, fueron las infecciones respiratorias agudas, infecciones intestinales e infecciones de vías urinarias¹².

Como puede observarse en las estadísticas de mortalidad y morbilidad, la mayoría de las causas están relacionadas con la conducta de los adolescentes. Es por ello, que es de suma importancia conocer si el adolescente se percibe en riesgo y cómo afronta los riesgos, incluso cuando existe algún daño. Múltiples factores influyen en estos procesos, por ejemplo, la maduración biológica que se vincula con el esquema corporal y la identidad, los sistemas organizativos de la persona que se entrelazan con la auto percepción y la autoestima. Son factores intervinientes el campo cognoscitivo, las percepciones del medio, las influencias, apoyos y controles ejercidos por los padres, el grupo de pares, y los valores personales y sociales. Por otro lado, el desarrollo personal da lugar a fortalezas y debilidades intrapsíquicas cuyo balance se expresa en la mayor o menor resistencia a la adversidad; esta condición influye decisivamente en la posibilidad de que el riesgo afecte la salud, la supervivencia y la calidad de vida de una persona. Así, hablamos de vulnerabilidad cuando los aspectos deficitarios del propio desarrollo y del entorno confluyen en una mayor probabilidad del daño. En sentido inverso, la “*resiliencia*” implica que se ha posibilitado la preservación de las funciones afectivas del sujeto, entendiendo la resiliencia como la capacidad de superar la adversidad y salir fortalecido de ella. Hablar de resiliencia es referirse no sólo a los factores de riesgo y protección, sino además de mecanismos de protección y resilientes¹³.

Cabe mencionar que el concepto de resiliencia se origina en las ciencias físicas y se refiere a la propiedad que tienen los metales u otras sustancias de ser deformadas o

torcidas y ser capaces de recobrar su forma original. En los seres humanos, se refiere a la tendencia a poder “enderezar su vida” (en inglés, *personalrighting*), a la autoconexión, que es la capacidad de retornar a ser él mismo, después de enfrentar un reto importante y significativo. Por lo tanto un individuo resiliente a pesar de las experiencias negativas puede seguir la vida adelante con éxito¹⁴.

Según Tagle, existen tres tipos de factores que influyen en el desarrollo del adolescente: *factores individuales* (el temperamento, la sociabilidad, la actividad, la inteligencia, la competencia en el lenguaje, la lectura y un grado satisfactorio de control interno); *factores familiares* (calidad de los lazos afectivos y situaciones de estrés que promueva el apoyo emocional dentro de la familia) y los *factores de apoyo externo* (interacción en la escuela, en el trabajo o en instituciones) los cuales reconfortan las competencias individuales y enriquecen al adolescente¹⁵.

La influencia de factores negativos en el desarrollo y crecimiento de los adolescentes puede tener serias repercusiones, por ejemplo, desórdenes en la maduración biológica de los púberes han sido relacionados con la exposición a agentes ambientales. En particular, la pubertad precoz y la aparición temprana de los caracteres sexuales secundarios en niñas han sido atribuidos a contaminantes con propiedades estrogénicas^{16 y 17}. Como consecuencia una pubertad precoz o tardía puede tornarse en factor de riesgo para la aparición de desórdenes en la etapa adulta, particularmente por disfunción cerebral manifestado en diferencias en la habilidad cognitiva^{18,19} y susceptibilidad en psicopatologías que han sido atribuidas a tempranas y tardías maduraciones^{20,21}.

Por otra parte, el retraso o defecto en la maduración cerebral durante la adolescencia puede ser la etiología de la esquizofrenia²², ya que los substratos neurales implicados en la esquizofrenia tienen su maduración en esta etapa.

Otro hecho biológico importante que ocurre durante la adolescencia, es que el pico máximo de mineralización ósea ocurre entre los 12 y 18 años de edad, meses después del pico de crecimiento de talla, y corresponde al tiempo de menarca en las niñas²³. La mineralización ósea continúa y el pico es alcanzado en la mitad o al final de los 20's. Esto es importante considerarlo si tomamos en cuenta que el hueso es un tejido donde el

plomo puede estar almacenado por muchos años y que su movilización al torrente sanguíneo está en función del estado fisiológico que esté cursando el individuo²⁴.

También durante la adolescencia hay un aumento en la capacidad del pensamiento complejo y abstracto, y paralelamente ha sido demostrado la coordinación de los estadios finales de las etapas del desarrollo cognitivos de Jean Piaget con el electroencefalograma²⁵.

Como se ha mencionado con anterioridad, la coexistencia de múltiples factores de protección y de riesgo, pueden tener efectos adversos en el estado de salud de los adolescentes ó conducirlos a la práctica de conductas de riesgo para su salud. Una de las principales conductas de riesgo son las adicciones, que a su vez constituye un problema de salud pública debido a sus grandes repercusiones a nivel mundial como en México, que no solo implican costos a nivel de enfermedades adquiridas como consecuencia del consumo a tabaco, alcohol o drogas ilegales, sino también alteraciones que trascienden a la familia, la comunidad y la sociedad en general.

El Global Youth Tobacco Survey (GYTS) señala que la prevalencia de tabaquismo en México en la población masculina de 15 años va del 7% al 29.9%, dependiendo de la zona geográfica del país, sin embargo estos reportes no involucran el total de la República Mexicana²⁶.

Según la Encuesta Nacional de Adicciones (2008) el 8.8% de la población de 12 a 17 años es fumador activo y el 14.9% ha probado alguna vez el tabaco.

Como parte del convenio cuatripartita, celebrado entre los Servicios de Salud de San Luis Potosí, la Secretaría de Educación de Gobierno del Estado (SEGE), el DIF Estatal y el Instituto de Educación Preventiva y Atención de Riesgos (INEPAR, A.C.), firmado el 16 de mayo de 2002, realizaron un estudio epidemiológico en el Estado sobre Riesgos Psicosociales y Prevalencia en el consumo de drogas, donde se reporta que los niños de 5º y 6º de primaria han consumido alguna vez en su vida tabaco, alcohol y drogas ilegales en un 15.5 %, 19.7% y 16% respectivamente. En el caso de los estudiantes de secundaria es de un 42.7%, 43.8% y 26.7%; en estudiantes de nivel medio superior es de un 51.9%,

55% y 24%; y en estudiantes universitarios un 72.0%, 89.8% y 47.7% han consumido alguna vez en la vida tabaco, alcohol y drogas ilegales respectivamente²⁷.

Es importante resaltar que en el estado de San Luis Potosí sólo se cuenta con un Centro de Rehabilitación en Adicciones para internamiento (Instituto Temazcalli) el cual pertenece al DIF Estatal (Desarrollo Integral de la Familia)²⁸. Este Instituto reporta que de Mayo del 2005 a Mayo del 2006, se atendieron 415 pacientes adictos de primera vez, de los cuales el 82.9% son hombres y 17.1% mujeres. El 38.5% de los pacientes eran adictos a múltiples sustancias, el 30.5% al alcohol solamente, 11.4% inhalables, 10.4% marihuana, 6.3% cocaína, 1.7% nicotina y el 1.2% benzodiacepinas. De los 415 pacientes el 33.7% tenían entre 12 y 17 años de edad y el 27.2% de 18 a 24 años de edad²⁹.

En el año 2007, el perfil sociodemográfico de la población atendida en los Centros de Tratamiento No Gubernamentales en San Luis Potosí según droga de impacto es: ser hombre, tener entre 15 y 19 años de edad, nivel escolar de secundaria, ser soltero y estar desempleado. El perfil sociodemográfico de la población atendida por los Centros de Integración Juvenil (Centro Gubernamental) es similar, sin embargo en relación a la ocupación la prevalencia es mayor en los estudiantes y el nivel socioeconómico es el medio bajo³⁰.

Como estrategia a lo antes mencionado, en abril del 2007, se inauguraron las primeras Unidades Médicas de Alta Especialidad denominados Centros de Atención Primaria de las Adicciones (CAPA) "Nueva Vida", de los 310 Centros que se tienen planeados a nivel nacional. Sin embargo a pesar de que el objetivo de estos centros es ampliar la disponibilidad de servicios preventivos, de tratamiento y rehabilitación para asistir a las personas que lo requieran; las acciones que llevan a cabo son basadas en la detección temprana en las escuelas solamente, a pesar de que en el discurso se plantea la cobertura a los grupos organizados de la sociedad y a la comunidad en general. A partir de la detección de adolescentes que se realiza, sólo se continua trabajando con aquellos que salieron en riesgo ó tienen un problema inminente, a través de intervenciones breves individuales y familiares; dejando de lado a toda aquella población que "aparentemente no está en riesgo" sin un fortalecimiento continuo de factores protectores. Así mismo los CAPA tienen como debilidad la falta de cobertura a otros grupos poblacionales, ya que su

enfoque es sólo en adolescentes escolarizados, quedando de lado toda aquella población joven que ya está inserta en un sector productivo pero no exenta de tener problemas relacionados con las adicciones. Actualmente en el estado de San Luis Potosí, existen 7 Centros de Atención Primaria de Adicciones (CAPA) “Nueva Vida”, ubicados en la capital del estado, Salinas, Río Verde, Matehuala, Soledad de Graciano Sánchez, Ciudad Valles y Tamazunchale.

Por otra parte, los Centros de Integración Juvenil trabajan el segundo y tercer nivel de atención para el tratamiento de las adicciones, pero sólo de aquellos pacientes que llegan directamente a los centros ya sea por voluntad propia ó por canalización. Además, dentro de sus actividades contemplan la capacitación formal a personal de salud en el tema de las adicciones. Sin embargo, en San Luis Potosí no existe el servicio de internamiento y atención de crisis por parte de este centro gubernamental, la alternativa entonces, es la asistencia a los servicios de urgencias de los hospitales generales y el hospital psiquiátrico.

Otra opción de servicio de atención a las adicciones, son las residencias privadas o grupos sociales organizados donde de manera informal establecen un lugar físico para internamiento; desafortunadamente estos “lugares de rehabilitación” no son regulados por las autoridades sanitarias correspondientes y en muchas de las ocasiones son sitios donde los riesgos e incluso daños se potencializan en los usuarios, debido a que se ha presentado maltrato físico, abuso y hasta defunciones por negligencia ó mal control del lugar.

Otra problemática durante la adolescencia es la presencia de conductas agresivas, delictivas y/o violentas. A pesar de que el joven tiene una actitud defensiva u ofensiva que le sirve como un modo muy primario de hacerse respetar frente a otros; estas actitudes o conductas pueden poner en riesgo su integridad y bienestar.

Según la Segunda Encuesta Nacional 2002 del Instituto Ciudadano de Estudios sobre la Inseguridad A.C. refiere que 41 de cada 100 delincuentes tienen menos de 26 años, y de éstos el 7% son menores de 17 años y el 0.6% menores de 12 años, lo que nos lleva a

destacar que la adolescencia es un grupo étéreo de riesgo para la prevalencia de agresión y delincuencia en nuestro país.

De acuerdo a Sepúlveda, existen algunos factores que pueden desencadenar conductas agresivas / delictivas en el adolescente, como las características de los padres, el tipo de crianza, la presencia o no de normas y la coherencia de éstas, el grado de exigencias y expectativas, la supervisión del tiempo libre y las amistades, el ambiente físico, las desventajas sociales y económicas, las características de la sociedad y los aspectos socioculturales, religiosos, históricos y políticos³¹.

En relación al estado nutricional de la población adolescente de acuerdo a los datos de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENSANUT) 2006; la prevalencia de baja talla en las mujeres de 12 a 17 años de edad fue de 12.3%, en México; sin embargo, el 37.5% de los estados del país presentan prevalencias por arriba de lo encontrado a nivel nacional. En el caso de los hombres, esta cifra representa 9.4%. Cabe destacar que la talla es un indicador de historia de desnutrición crónica durante la infancia y la niñez. La mayor prevalencia de talla baja para la edad es en las zonas rurales, donde es más notoria en las mujeres en comparación con los hombres: 17.1% contra 13.2%. En las áreas urbanas, la prevalencia para mujeres es de 10.4% y para hombres de 8%. La prevalencia nacional de sobrepeso fue de 21.2% para los hombres y 23.3% para las mujeres; en el caso de la obesidad, la prevalencia en hombres fue del 10% y del 9.2% en las mujeres. Ambos problemas de salud tienen mayor presencia en adolescentes que viven en zonas urbanas. La prevalencia nacional de anemia en adolescentes de ambos sexos fue de 11.5%, y en las zonas rurales la prevalencia es mayor que en las zonas urbanas (12.3% contra 11.3%, respectivamente). Los grupos de edad más afectados por la anemia fueron los de 12 a 14 años de edad, con una reducción progresiva hasta alcanzar prevalencias cercanas a 8%³².

Los antecedentes de estudios referentes a contaminantes ambientales, como es el caso del plomo, datan desde tiempos antiguos, como se puede constatar con los escritos de Nicander, médico y poeta griego (Siglo II a.c.), que describió los signos y síntomas de la intoxicación por plomo³³. A lo largo del tiempo, diversos estudios han reportado asociaciones entre la exposición a plomo y alteraciones en el crecimiento, efectos

cardiovasculares, gastrointestinales, hematológicos, hepáticos, renales, endocrinos, neurológicos y conductuales; claro está que estos efectos dependen no sólo de la magnitud de la exposición sino también de las características de la persona expuesta.

En relación a los efectos sobre el Sistema Nervioso, las primeras investigaciones fueron realizadas en 1943 en poblaciones infantiles enfocadas principalmente a la psicometría de la inteligencia, sin considerar otros efectos como el conductual. Tal es el caso de Byers y Lord que fueron de los primeros en demostrar que el restablecimiento posterior a una intoxicación por plomo era seguido de una resistente secuela a nivel cerebral, esta secuela fue expresada como desórdenes del comportamiento escolar y alteraciones senso-motoras, en el 95% de los niños estudiados (n=20)³⁴.

En la actualidad, las investigaciones de los efectos del plomo en la salud humana han sido enfocadas principalmente en población infantil, mujeres en edad reproductiva y población ocupacionalmente expuesta. Los estudios en adolescentes son limitados, y sobre todo, la existencia de estudios de seguimiento que permitan evaluar al joven hasta la adolescencia tardía (18 a 21 años); debido a que los estudios existentes valoran a la población hasta la adolescencia temprana (12 a 14 años de edad) y adolescencia media (15 a 17 años de edad). A continuación se describen algunos de ellos.

Needleman et al., (1996) realizaron un estudio longitudinal en niños de 9 a 13 años (n= 301), los evaluaron en dos momentos al inicio del estudio y después de 4 años donde el rango de edad pasó de 11 a 14 años (n=232) en el segundo momento. Se evaluó plomo en hueso, conductas antisociales e inteligencia, además de variables confusoras como: coeficiente intelectual (IQ) materno, nivel socioeconómico, función familiar, raza, historia de problemas médicos importantes y edad. Los adolescentes con altos niveles de plomo en hueso tuvieron un mayor riesgo de exceder los puntajes clínicos para atención, agresión y delincuencia; en comparación con los adolescentes con menores concentraciones de plomo en hueso. Otro hallazgo reportado que cabe destacar es que los adolescentes con alto IQ (> 104) y mayores niveles de plomo fueron favorecidos en todos los factores confusores cuando se compararon con el grupo de adolescentes de bajo IQ (< 90) y menores niveles de plomo en hueso, quienes se vieron desfavorecidos por los mismos factores confusores. Los autores sugieren que a bajas concentraciones de

dosis internas de plomo, los factores socioeconómicos tienen mayor influencia en el IQ que el propio plomo³⁵.

En otro estudio también realizado por Needleman et al., (2000), examinaron las concentraciones de plomo en hueso de 350 jóvenes de 12 a 18 años, donde encontraron que los jóvenes condenados por delincuencia tuvieron 4 veces más altos los niveles de plomo en comparación de aquellos sin ninguna condena³⁶.

Así mismo Dietrich et al., (2001) a través de un estudio de cohorte desde el nacimiento hasta la adolescencia en 195 sujetos ($\bar{x} = 15.6$ años \pm d.e.= 0.8 años), encontraron que los individuos con altas concentraciones de plomo en sangre en la etapa prenatal (>10 $\mu\text{g}/\text{dl}$) estuvieron 2.3 veces más involucrados en actos delictivos que los adolescentes con bajas concentraciones de plomo (≤ 5 $\mu\text{g}/\text{dl}$). Los jóvenes con concentraciones de plomo en sangre entre 16 y 20 $\mu\text{g}/\text{dl}$, y > 20 $\mu\text{g}/\text{dl}$ durante su niñez (desde el nacimiento hasta los 6 años de edad) presentaron 1.5 veces más riesgo de estar involucrados en actos delictivos que aquellos adolescentes con concentraciones bajas de plomo en sangre (≤ 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$). Y los niños que tuvieron a los 6.5 años de edad concentraciones altas de plomo en sangre (≥ 15 $\mu\text{g}/\text{dl}$) estuvieron 4.5 veces más involucrados en actos delictivos que los expuestos a bajas concentraciones (≤ 5 $\mu\text{g}/\text{dl}$); además reportan una relación lineal entre los niveles de plomo en sangre y el número de actos delictivos reportados, incluido el consumo de marihuana³⁷.

Un estudio realizado por Stretesky y Lynch (2001) reportaron una relación directa entre las concentraciones de plomo en aire (intervalo de 0 a 0.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y la incidencia de homicidios en 3111 condados de Estados Unidos. Los resultados sugieren que los condados con mayores concentraciones de plomo en aire presentan un riesgo de 4.12 (1.02 – 16.61) veces mayor de incidencia de homicidio, comparado con los condados de baja concentración de plomo en aire³⁸.

Wu et al., (2003) reportaron que altas concentraciones de plomo en sangre (5-21.7 $\mu\text{g}/\text{dl}$), estuvieron significativamente asociadas con el retraso en la aparición de la menarca y el vello púbico en mujeres (8 a 16 años de edad) pero no hubo relación con el desarrollo

mamario. La proporción de adolescentes que alcanzaron la maduración sexual era mayor en aquellas jóvenes con menores concentraciones de plomo en sangre, siendo del 68%, 44.3% y 38.55% para niveles de sangre de 0.7-2.0, 2.1-4.9 y 5.0-21.7 $\mu\text{g}/\text{dl}$ respectivamente. Se tomaron en cuenta factores confusores como raza, edad, tamaño de la familia, lugar de residencia, ingresos económicos e índice de masa corporal³⁹.

Lanphear et al., (2005) a través de la revisión de una base de datos de 1,333 niños que habían participado en 7 estudios internacionales de cohorte longitudinal, seguidos desde el nacimiento hasta la infancia (5 a 10 años de edad), encontraron una relación inversa entre las concentraciones de plomo en sangre y la puntuación del coeficiente intelectual (IQ), y que el puntaje de IQ disminuía según las concentraciones de plomo en sangre; de 2.4 a 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y 20 a 30 $\mu\text{g}/\text{dl}$; un decremento de IQ de 3.9 puntos (95% intervalo de confianza, 2.4-5.3), 1.9 puntos (95% intervalo de confianza, 1.2-2.6), y 1.1 puntos (95% intervalo de confianza, 0.7-1.5) respectivamente. Los niños con concentraciones ≤ 7.5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ de plomo tuvieron un decremento intelectual mayor que aquellos por arriba a esta concentración ($p= 0.015$)⁴⁰.

En el año 2008, Wright et al., encontraron que en 250 individuos de 19 a 24 años de edad, las tasas de arrestos totales fueron mayores por cada 5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ de incremento en las concentraciones de plomo en sangre prenatal (RR=1.40) y plomo en sangre a los 6 años de edad (RR=1.27), ocurriendo lo mismo para las tasas de arresto por violencia relacionado con plomo en sangre prenatal (RR=1.34) y plomo en sangre a los 6 años de edad (RR=1.48)⁴¹.

Durante el tiempo, se ha venido demostrando que no hay concentraciones de plomo seguras para el ser humano, en la actualidad estos efectos se están presentando a niveles muy por debajo del valor actual permisible de 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$, establecido por el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos de Norteamérica (CDC), en especial aquellos daños que tienen que ver con el Sistema Nervioso Central.

Lo anterior fue constatado por Lanphear et al., (2000) en un estudio transversal con 4,853 niños y adolescentes, con una media geométrica en plomo en sangre de 1.9 $\mu\text{g}/\text{dl}$; el 2.1% de la población ($n=172$) tenía concentraciones de plomo mayores a 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$.

Después de ajustar por factores confusores como género, raza, pobreza, región del país, nivel educativo de los padres, estado civil de los padres, niveles séricos de ferritina y cotinina encontraron una relación inversa entre la concentración de plomo en sangre y los puntajes de las funciones cognitivas estudiadas. Por cada incremento de 1 $\mu\text{g}/\text{dl}$ de plomo en sangre hay una disminución de 0.7 puntos en el área aritmética, una disminución de 1 punto en lectura, 0.1 punto menos en razonamiento no verbal y 0.5 puntos menos en la memoria a corto plazo⁴².

Por otra parte, un estudio realizado en República de Corea con 61 niños entre 7 y 16 años de edad con un promedio de plomo en sangre de 2.9 $\mu\text{g}/\text{dl}$, encontraron asociación estadísticamente significativa entre memoria a corto plazo y niveles de plomo en sangre ($p < 0.05$)⁴³.

Existen indicios incipientes de que la exposición a plomo puede tener relación con el consumo de drogas. Estudios como el de Tchernitchin et al., (1992-1999) demostraron que ratas que estuvieron expuestas a plomo prenatal y posnatalmente, provocaba un aumento en la afinidad de los receptores cerebrales MOP (mi opiáceos) y DOP (delta opiáceos) por medio del mecanismo de "imprinting"; además de haber un aumento en la respuesta dopaminérgica y en el ácido 5-hidroindoleacético; lo que favorecía el aumento en el uso de anfetaminas, además se observaron patrones adictivos y de abstinencia en las ratas. Asimismo Tchernitchin plantea la hipótesis que en las grandes ciudades existe una mayor concentración de plomo y por lo tanto un aumento en la prevalencia de uso de drogas de cualquier tipo; en contraste con las pequeñas ciudades o pueblos donde existe menos concentración de plomo y por ende menor prevalencia de drogas. A pesar de este planteamiento, cabe resaltar que no se han realizado investigaciones en humanos que puedan probar esta hipótesis⁴⁴. A excepción del estudio de Dietrich y et al., anteriormente mencionado donde encontró una asociación entre plomo en sangre y consumo de marihuana.

En relación a investigaciones que han analizado los efectos neurotóxicos asociados a la exposición crónica de arsénico, Calderón et al., (2001^a) encontró en población infantil una asociación inversa entre los niveles de As en orina y los puntajes en el CI verbal⁴⁵.

Tsai et al., (2003) reportaron que en adolescentes expuestos a As, encontraron una asociación negativa entre las concentraciones de As con la memoria y atención⁴⁶.

Los efectos a la salud reportados por la exposición a fluoruros, se han evidenciado principalmente por sus daños en el sistema óseo, manifestado por fluorosis ósea y dental. En el primer caso, existen evidencias de estos efectos en población expuesta a concentraciones desde los 2mg/L de fluoruros en agua⁴⁷.

Diversos estudios han reportado que la exposición a fluoruros en el agua, afecta las capacidades cognitivas^{48,49}. Xiang et al., (2003) comparó el coeficiente intelectual (CI) de 512 niños (8 a 13 años de edad), que vivían en dos villas con alta (2.47 ± 0.79 mg/L) y baja concentración (0.36 ± 0.15 mg/L) de fluoruros en agua. La concentración media de fluoruros en orina de la población con alta exposición fue de 3.47 ± 1.95 mg/L; y en la de baja exposición fue de 1.11 ± 0.39 mg/L. Los autores encontraron que el promedio de CI de los niños con mayor exposición fue significativamente menor que los niños con baja exposición. Además, la prevalencia de niños con alto IQ fue menor en el área con mayores concentraciones de fluoruros en agua⁵⁰.

Un estudio conducido por Lu et al., (2000) en 118 adolescentes entre 10 y 12 años de edad, encontraron que el grupo expuesto a altas concentraciones de flúor en agua tenían puntuaciones significativamente menores en el CI (92.27 ± 20.45), comparado con aquellos adolescentes con exposición baja (103.05 ± 13.86). Además, el 21.6% de los adolescentes expuestos a altas concentraciones de fluoruros, presentaron un puntaje de 70 o menos en el CI; comparado con un 3.4% en el grupo de baja exposición⁵¹.

Calderon et al., (2001^b) encontraron una asociación positiva entre el tiempo de reacción (atención) y los niveles de flúor en orina de una muestra de niños mexicanos ($r=0.28$, $p=0.04$); además de una asociación negativa entre la organización visoespacial ($r= -0.27$, $p=0.05$). El promedio de las concentraciones de flúor en orina reportados fue de 4.6 ± 1.46 mgF/gcreat⁵².

Como puede observarse con lo anterior, las investigaciones que analizan la población adolescente expuesta a contaminantes ambientales, ninguna de ellas aborda el problema

de manera integral, sólo toman algunos factores individuales y sociales como variables confusoras; sin ponderar la influencia que cada uno de ellos tiene en el desarrollo de los adolescentes.

Paralelamente a las investigaciones generadas en población adolescente, se ha dado la consolidación de acuerdos internacionales desde los años 80's para la atención de este grupo etéreo. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) para asegurar que el proceso de mejoramiento de la salud del adolescente sea verdaderamente eficaz, se dirige hacia programas de promoción y prevención que lleven a una disminución de los riesgos. Es por ello que sus programas de mejoramiento de salud adolescente se ubican dentro de la División de Salud, Promoción y Protección, dentro del Programa de Salud Familiar y Población que incluye las siguientes líneas de acción específicas: 1) capacidad en sistemas de servicio de salud, 2) políticas de salud pública, 3) actividades intersectoriales y acuerdos entre diferentes agencias, 4) participación comunitaria y capacitación, así como otorgamiento de facultades para la intervención de los adolescentes en los programas, 5) desarrollo de recursos humanos, 6) difusión y acopio de información básica, apoyo a actividades de investigación, base de datos y desarrollo de operaciones y 7) movilización de recursos⁵³.

En México el interés por la atención de los adolescentes no ha sido la excepción, aproximadamente por cuatro décadas diversas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales ofrecen servicios de salud a este grupo poblacional.

Uno de los esfuerzos en salud ha sido el Programa para la "Atención a la Salud de la Adolescencia", que no sólo involucra al Sector Salud, sino a todas aquellas instituciones que tengan que ver con este grupo poblacional⁵⁴. Sin embargo este programa no toma en cuenta dentro de sus líneas de acción los riesgos ambientales.

En la actualidad los servicios de salud para adolescentes de 10 a 19 años proveen vacunación, suplementos y dotación de micronutrientes, así como orientación sexual y reproductiva. En el caso de la población de adolescentes escolarizados se atiende desde el recinto escolar, para la detección oportuna de riesgos. Los problemas de salud detectados se informan a los padres ó tutores de los adolescentes y se canalizan al

servicio de salud⁵⁵. Sin embargo, la población adolescente no escolarizada es atendida de acuerdo a su propia demanda en las instituciones de salud.

Por lo antes mencionado, en México no se cuenta con una red articulada, eficiente y suficiente de servicios en todos los niveles de prevención (primaria, secundaria y terciaria) que permita ofrecer a la población adolescente una detección oportuna, tratamiento y rehabilitación continuos en todos sus problemas de salud reales y potenciales, de tal forma que se asegure un desarrollo lo más saludable posible.

Ante este contexto tan complejo, los esfuerzos para la atención de los adolescentes son escasos, por ejemplo, el gasto de salud destinado en México para un niño hasta la edad de 9 años es de \$1,500 dólares por año, en contraste con el gasto destinado en salud para un adolescente al año que es de \$30 dólares⁵⁶.

Reconsiderando las implicaciones psicosociales que tiene que experimentar el adolescente aunado a factores de riesgos ambientales, probablemente se genere una sinergia que pueda afectar su estado de salud y bienestar. Por lo tanto, la adolescencia es un periodo especial y vulnerable, que la convierte en un área propicia para la prevención, porque el adolescente del día de hoy será el adulto del mañana, quien es o será la fuerza de producción de la sociedad. En la medida que se invierta en la salud de los adolescentes en la actualidad, podremos asegurar una próxima generación de adultos con mejores condiciones de salud en comparación con la población adulta actual.

Ante lo expuesto, el presente proyecto de investigación tuvo como universo de estudio a los adolescentes que residen aledaños a un complejo metalúrgico, los cuales han estado expuestos crónicamente a plomo, arsénico y flúor. Bajo esta premisa se generan las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es el estado de salud (nutricional, cognitivo, salud mental y rendimiento escolar) actual de los adolescentes que conforman la muestra de estudio?

2. ¿Cuál es la prevalencia de conductas de riesgo para la salud como agresión/delincuencia, uso/ abuso de sustancias, consumo riesgoso y dañino de alcohol, y tabaquismo; en esta población de adolescentes?
3. ¿Qué factores explican el estado de salud y las conductas de riesgo para la salud en esta población muestral?
4. ¿Cuál es el papel que juega la exposición continua a plomo, arsénico y flúor como factores de riesgo en el estado de salud y presencia de conductas de riesgo para la salud en esta población de adolescentes?

III. MARCO REFERENCIAL

Al poniente de la ciudad Capital de San Luis Potosí, México existe un complejo metalúrgico desde 1890, conocido actualmente como Industria Minera México (IMMSA); en 1925 inicia operaciones el Departamento de Cobre y la Planta de Arsénico; en 1926 se establece el Departamento de Plomo, el cual cierra actividades en 1959; en 1982 se inaugura la Refinería Electrolítica de Zinc, en cuyas instalaciones se encuentra una Fundición de Cadmio y una Planta productora de Acido Sulfúrico⁵⁷.

Figura 1. Ubicación del complejo metalúrgico en la Ciudad de San Luis Potosí, México.



En sus inicios, el complejo metalúrgico se encontraba aislado a 6 kilómetros de la ciudad, sin embargo, en 1918 se instala un tranvía que facilitó el acceso al sitio.

Actualmente esta zona metalúrgica colinda al norte, este y sur, en referencia a la chimenea principal de la fundición de cobre, con un sector residencial (ver figura 1); este

sector se puede dividir en dos grandes grupos, de acuerdo a sus características socioeconómicas. Entre el sureste y el sur tenemos la zona denominada “Lomas”, con un nivel de marginación muy bajo y bajo, correspondiendo a las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBs): 042-0, 209-4, 208-A, 141-4 y 214-5; en esta zona la población total es de 13 705 habitantes, de los cuales el 41.64% tienen 24 años ó menos. Hacia el norte y este tenemos la zona denominada “Morales”, la cual es la zona de interés de estudio, con un nivel de marginación medio y bajo; las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBs) correspondientes son: 415-6, 414-1, 192-7, 292-5, 291-0, 159-4, 194-6, 158-A y 175-3. La zona “Morales” tiene una población de 30 472 habitantes, de los cuales el 50.3% tiene 24 años ó menos⁵⁸.

Durante el transcurso de los años los excedentes de la producción (residuos metalúrgicos) fueron depositados al aire libre dentro del perímetro de la fundición de cobre. Estos residuos forman una montaña negra que casi rodea las instalaciones de la planta. Aunque el material está conformado en su mayoría por partículas de tamaño grande, en algunas zonas se puede apreciar material fino; lo que significa una clara fuente de exposición para la población (ver figura 2), esto puede ser constatado con las concentraciones de arsénico y plomo en aire a través de los últimos años (ver figura 3 y 4).

Como se puede constatar en ambos gráficos, las concentraciones de estos contaminantes han sido mayores en la zona de Morales que en la de Lomas durante los meses de octubre a marzo (época fría), y en ésta última zona las concentraciones se han mantenido estables a través de los años. Las concentraciones de plomo en aire de la zona Morales rebasan el límite permisible establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-026-SSA1-1993⁵⁹, que es de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sin embargo la disminución de la contaminación es evidente a partir del año de 1997. En relación a las concentraciones de arsénico en aire es importante hacer notar, que si bien las concentraciones han disminuido, éstas todavía se encuentran elevadas con respecto a la norma anual del Estado de Montana de los Estados Unidos que es de $0.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dicha regulación fue seleccionada porque no existen Normas Oficiales en México, y el referente que hay en Estados Unidos sólo es para población ocupacionalmente expuesta. Montana es una entidad con geografía y actividad minerometalúrgica similares a los de San Luis Potosí.

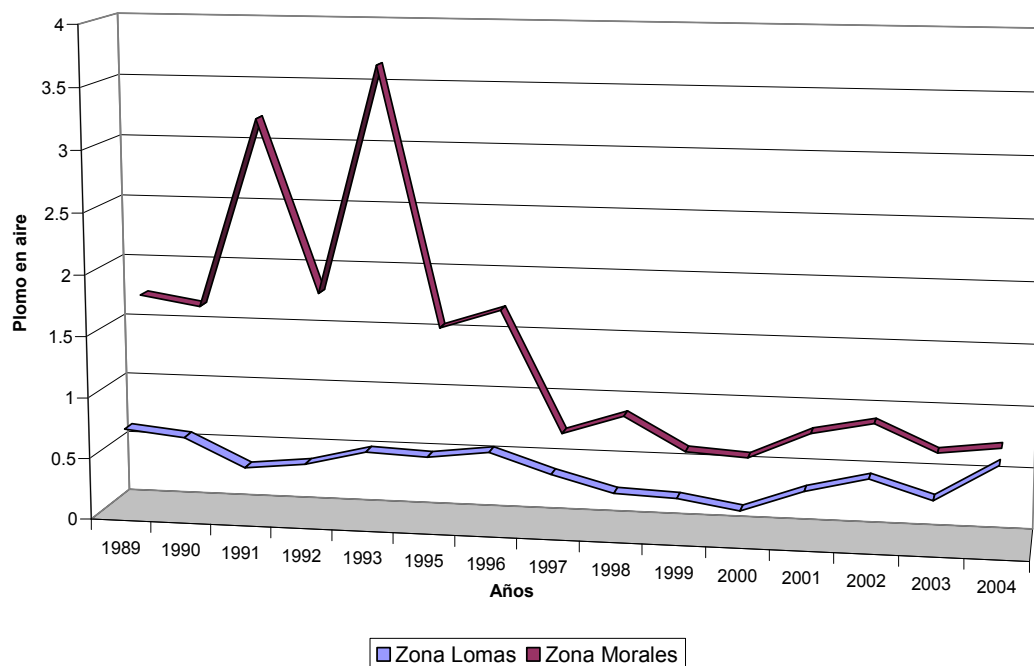
Figura 2. Ubicación de polvos metálicos en el complejo metalúrgico de la Ciudad de San Luis Potosí, México.



De acuerdo a los reportes del Departamento de Toxicología Ambiental de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), existen datos de plomo y arsénico en aire en el semestre caluroso (abril-septiembre), sin embargo las concentraciones en los semestres fríos son mayores que en los calurosos, es por ello que en este trabajo sólo se presentan datos de los meses fríos⁶⁰.

Algunas de las estrategias posteriores a los primeros reportes de contaminación fue la pavimentación de las principales calles del sector, la reforestación de una amplia zona al norte de la fundición de cobre y la remoción de tierra limpia superficial en algunas áreas recreativas en 1988. A finales de la década de los 80s y principios de los 90s, la empresa realizó importantes cambios en sus sistemas anticontaminantes y a partir de finales de la década de los 90s comenzó a laborar al 50% de su capacidad⁶¹.

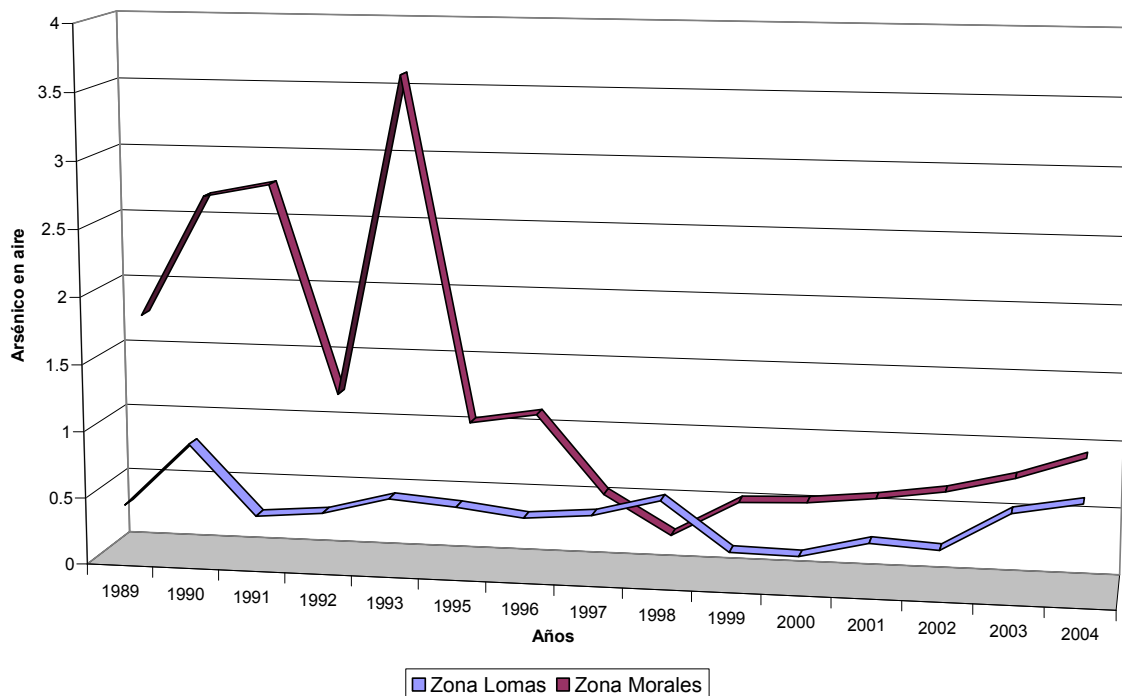
Figura 3. Promedio semestral de plomo en aire durante los meses octubre-marzo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en la zona residencial aledaña al complejo metalúrgico de 1989-2004.



Fuente: Industria Minera México y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Al mismo tiempo, el Departamento de Toxicología Ambiental de la Facultad de Medicina de la UASLP, implementó un Programa de Vigilancia en el cual realiza monitoreos biológicos y ambientales de estos metales. A continuación se mencionan los hallazgos más sobresalientes de este Programa, referentes a la zona de Morales, que es la zona de estudio del presente trabajo de investigación.

Figura 4. Promedio semestral de arsénico en aire durante los meses octubre-marzo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en la zona residencial aledaña al complejo metalúrgico de 1989-2004.



Fuente: Industria Minera México y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

En 1995 Yañez, et al., realizaron una evaluación en 40 de niños de la Zona de Morales, donde encontraron que el 95% de los niños tenía concentraciones de plomo mayores a $10 \mu\text{g}/\text{dL}$ ($17.5 \pm 5.8 \mu\text{g}/\text{dL}$) y en relación al arsénico el 57.5% tenía concentraciones mayores a $50 \mu\text{g As/g creatinina}$ ($165.63 \pm 143.9 \mu\text{g As/g creatinina}$). Se evaluó el daño neurológico y dermatológico en estas poblaciones a través de una revisión clínica y una valoración de la neuroconducción sensorial y motora, no encontrando alteración alguna en esta última. Sin embargo los resultados dermatológicos arrojaron que el 40% padecía Dermatitis Solar Hipocromiante y el 22.5% era cutáneamente normal; el resto se encontró con padecimientos como hemangioma, nevo de Becker, queratosis pilar, herpes simple, dermatitis atópica, liquen estriado, verrugas, escarlatina, hipertrichosis, liquen nítido y vitiligo. Así mismo se determinaron los niveles de plomo y arsénico en: agua de grifo, suelo en exteriores y polvo de interiores. Las muestras se tomaron en las residencias de

cada niño y en su centro escolar. Aunado a lo anterior se obtuvieron de las autoridades federales, los resultados sobre arsénico y plomo en aire, que en la zona de estudio se registraron durante la etapa de colección de muestras⁶². Ver tabla 1 y 2.

Tabla 1. Concentraciones de plomo en matrices ambientales de la zona de Morales, San Luis Potosí, México 1995.

MATRIZ	n	Media**	D.E.	Intervalo
Agua µg/L	40	3.53	2.52	3 – 13
Suelo µg/g	40	680.8	547	138 – 2605
Polvo µg/g	40	1293.6	976	203 – 1607
Aire µg/m ³	15	0.984*	1.974	0.12 - 7.754

* Media geométrica **Media aritmética

Tabla 2. Concentraciones de arsénico en matrices ambientales de la zona de Morales, San Luis Potosí, México 1995.

MATRIZ	n	Media**	D.E.	Intervalo
Agua µg/L	40	13.07	3.44	7 – 24
Suelo µg/g	40	367.9	266.6	38 – 1367
Polvo µg/g	40	605.8	483.9	97 – 2820
Aire µg/m ³	15	0.864*	2.144	0.04 – 8.428

* Media geométrica **Media aritmética

Como puede observarse el promedio de plomo en suelo rebasa el límite permisible de 400 mg Pb/Kg suelo⁶³. En el caso del agua, las concentraciones de plomo están por debajo de los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 que es de 0.01 mg/l.

De manera simultánea se colectaron muestras de los alimentos más representativos consumidos por la población infantil estudiada, reportando la autora que los frijoles cocinados en olla de barro fueron la fuente de contaminación alimenticia más importante para plomo con un aporte diario de 252.77 µg/día.

En 2001 Calderón et al., evaluaron 41 niños de la zona de Morales, donde los principales hallazgos fueron que las concentraciones urinarias de arsénico (62.9 ± 0.03 µg As/g creatinina) estuvieron inversamente correlacionadas con el coeficiente intelectual verbal,

el lenguaje, la comprensión verbal y la memoria a largo plazo ($p < 0.05$). En contraste el plomo en sangre ($8.9 \pm 0.03 \mu\text{g/dL}$) no mostró ninguna influencia en la escala total, de ejecución y verbal del coeficiente intelectual, medido a través de la Escala Wechsler de Inteligencia para Niños WISC-RM ($p > 0.05$). Sin embargo, al analizar cada subárea que integran estos coeficientes, se encontró asociación estadísticamente significativa con el factor secuencial que es un indicador de la atención⁶⁴.

En el año 2003 se encontró que el promedio de plomo en sangre fue de $11.1 \mu\text{g/dL}$, y que el 48% de los niños tuvo niveles mayores a $10 \mu\text{g/dL}$. En relación al arsénico se encontró que el promedio de este metal en orina fue de $26.2 \mu\text{g As/g creatinina}$ y que el 48% de los niños tiene niveles por encima del límite permisible ($50 \mu\text{g As/g creatinina}$). Además se observó que los promedios en sangre más altos de plomo se dieron en el grupo de niños de 3 a 6 años de edad, y los promedios de arsénico encontrados en orina fueron mayores en el grupo de niños de 8 a 9 años de edad. En esta última investigación de acuerdo a las concentraciones de plomo en el suelo encontradas se agruparon tres zonas de la fracción de Morales: la zona de alto riesgo (con niveles de 2400 a 10800 mg Pb/Kg de suelo), la zona de medio riesgo (1200 a 2400 mg Pb/Kg suelo) y la zona de bajo riesgo (400 a 1200 mg Pb/Kg suelo). En el caso del arsénico se agruparon dos zonas, la de alto riesgo (1000 a 4200 mg As/Kg suelo) y la zona de bajo riesgo (100 a 1000 mg As/Kg suelo).⁶⁵

A pesar de que se ha dado un descenso en la presencia de estos contaminantes en la población infantil a través del tiempo, no se han alcanzado concentraciones por debajo de los límites permisibles. Ver tabla 3.

Si comparamos el historial de exposición a plomo y arsénico de la Zona de Morales con un Biomonitorio Nacional realizado también por el Departamento de Toxicología Ambiental, donde seleccionaron 229 niños de 9 comunidades no ubicadas en zonas minero-metalúrgicas de México (media geométrica de niveles de plomo de $4.9 \mu\text{g/dL}$ y de arsénico de $20.4 \mu\text{g As/g de creatinina}$) se puede apreciar que la población infantil de la zona de interés está expuesta a concentraciones mayores de estos contaminantes en comparación con las poblaciones infantiles donde no existe esta fuente contaminante⁶⁶.

Tabla 3. Concentraciones de plomo en sangre y arsénico en orina de población infantil, residente de la zona de Morales, San Luis Potosí, México de 1989 a 2004.

AÑOS	Plomo en sangre ($\mu\text{g/dL}$)	Arsénico en orina ($\mu\text{g As/g de creatinina}$)
	$\bar{x} \pm \text{d.e.}$	$\bar{x} \pm \text{d.e.}$
1989	nd*	191
1992	16.5	nd*
1994	16.5 (5.7)	126 (143)
1997	9 (4.7)	62 (36.2)
1999	15.3	113
2002	9.9 (4.8)	48.5 (62.24)
2003 (sep)	11.1 (5.3)	26.2 (1.5)
2004 (feb)	15.1 (4.7)	90.4 (1.9)
2004 (jun)	11.4 (3.3)	46.5 (1.7)

nd= no disponible

Fuente: Investigaciones realizadas por el Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

La población de estudio no sólo ha estado expuesta a plomo y arsénico, también se tienen reportes de monitoreos ambientales por parte de IMMSA acerca de las concentraciones de cadmio, cobre y zinc en aire. En el caso del cadmio solamente en dos semestres durante los años de 1988 a 1993, superaron el valor permisible; para el cobre en aire los promedios semestrales fueron menores a los límites permisibles de la legislación estadounidense ($20 \mu\text{g/m}^3$), sin embargo, los promedios de 24 horas rebasaron el algunas ocasiones el límite establecido en el estado de Montana ($1.57 \mu\text{g/m}^3$ promedio por 24 hrs). Para el caso del zinc nunca se rebasaron los límites permisibles, también de acuerdo al estado de Montana ($39.29 \mu\text{g/m}^3$). Sin embargo, las concentraciones de zinc reportadas por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) fueron de 20 a 40 veces superiores a las reportadas por IMMSA⁶⁷.

Igualmente se realizaron determinaciones de cadmio en agua y suelo, donde las concentraciones en agua no rebasaron los límites permisibles en los años 1989 y 1992. Y para las concentraciones en suelo en los mismos años, se reportan niveles por encima de los límites permisibles establecidos.

También se ha demostrado la exposición a Bióxido de Azufre (SO₂) mediante la medición de este compuesto en aire, donde las concentraciones de 1988 a 1993 no rebasaron los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA-1-1993. Sin embargo, en un estudio realizado por Leal et al., en 27 niños (6 a 12 años de edad) encontraron que el flujo espiratorio máximo (FEM) durante los meses de febrero y marzo mostró una asociación negativa y significativa con el SO₂ en la modalidad de 0 a 3 días pasados. Así mismo, el aumento de As en aire tuvo una asociación estadísticamente significativa con mayor riesgo de presentar tos, flema, odinofagia y el uso de broncodilatadores⁶⁸.

Otro contaminante encontrado en la zona, pero en el agua subterránea fueron los fluoruros; en el año 2006 Landín et al., realizaron un estudio de las concentraciones de flúor y arsénico en agua de pozos profundos de la ciudad, encontrando que los 4 pozos ubicados en la zona de Morales tienen concentraciones de fluoruros por encima de los límites establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. En el caso del arsénico, los cuatro pozos tuvieron concentraciones por debajo del límite establecido (ver tabla 4)⁶⁹.

Cabe destacar que no existen antecedentes de investigaciones de exposición por fluoruros en población humana en esta zona.

Tabla 4. Concentraciones de arsénico y fluoruros en muestras de agua subterránea de pozos profundos en la zona de Morales, 2006.

Nombre del pozo	Fluoruros mg/l Límite 1.5	Arsénico µg/l Límite 25
Polvillo Morales	1.76 ± 0.02	7.36 ± 2.18
Infonavit Morales	3.60 ± 0.02	11.00 ± 2.11
Lomas del Mezquital	3.67 ± 0.02	11.26 ± 2.11
Mezquital II	3.36 ± 0.02	12.12 ± 2.09

Fuente: Landin et al., (2006)

Ante el marco referencial expuesto con anterioridad, es innegable que la población aledaña al complejo metalúrgico de la zona de Morales ha estado expuesta a concentraciones elevadas por metales desde varias generaciones. Es por ello que en este lugar es necesario continuar con las evaluaciones de efectos a la salud en la población.

Los antecedentes de investigación en esta zona han sido enfocados principalmente a la población infantil en edad preescolar y escolar. El presente trabajo de investigación da seguimiento a la misma población infantil que fue evaluada en años anteriores a la fecha actual, lo que permitirá determinar si la presencia de estos contaminantes, aunado a factores de riesgo individuales, familiares y sociales están influyendo en el estado de salud actual de la población.

IV. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Identificar los factores individuales, familiares, sociales y de exposición a agentes contaminantes que influyen en el estado de salud (nutricional, cognitivo, salud mental y rendimiento escolar) y comportamientos de riesgo para la salud (agresión/delincuencia, consumo riesgoso y dañino de alcohol, consumo de tabaco y uso/abuso de sustancias) de adolescentes con exposición continua a plomo, arsénico y flúor que viven cerca de un complejo metalúrgico de la ciudad de San Luis Potosí, México.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Caracterizar los factores individuales, familiares y sociales a través del Cuestionario Socio-Ambiental, Historial de Salud y Cuestionario de Tamizaje de Problemas en Adolescentes (POSIT) versión para adolescentes mexicanos.
2. Caracterizar la exposición a agentes contaminantes a través de un monitoreo biológico de las concentraciones de plomo en sangre y hueso, así como de arsénico y flúor en orina de la población de estudio.
3. Determinar y caracterizar la presencia de alteraciones en el estado nutricional de la población de estudio, a través del Historial de Salud y monitoreo biológico.
4. Determinar y caracterizar la presencia de alteraciones en el estado cognitivo del adolescente a través de la Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos WAIS-III y la Escala Wechsler de Inteligencia para Niños WISC-IV.
5. Determinar y caracterizar la presencia de conductas de riesgo para la salud a través del Cuestionario de Tamizaje de Problemas en Adolescentes (POSIT) versión para adolescentes mexicanos, Cédula de indicadores para medir dependencia a drogas, Cuestionario de Fagerström para detectar la dependencia

a la nicotina y Cuestionario AUDIT para identificar trastornos por el consumo de alcohol.

6. Determinar los factores intervinientes (individuales, familiares, sociales y de exposición a agentes contaminantes) en el estado de salud y conductas de riesgo para la salud en la población de estudio; a través de un análisis multivariado.

V. METODOLOGIA

5.1 Tipo de Estudio

El tipo de estudio fue transversal.

5.2 Diseño Muestral

A partir de las 8 bases de datos del Departamento de Toxicología Ambiental originadas en los años 1993, 1994, 1997, 1999, 2002 y 2004; las cuales incluyen un total de 662 niños evaluados, se filtró la población que al año 2007 estuviera entre los 12 y 20 años de edad y se contara con el domicilio. De ahí, se obtuvo un total de 85 individuos, a los cuales se les realizó visitas domiciliarias con la finalidad de verificar si seguían viviendo en la misma zona, además de invitarlos a participar en el presente proyecto de investigación para dar seguimiento a su estado de salud. En dicha visita se habló con el adolescente y sus padres de familia o tutores.

Los adolescentes que aceptaron participar en la visita domiciliaria, posteriormente fueron citados junto con sus padres o tutores a una sesión informativa para darles a conocer el proyecto completo y formalizar su participación por escrito a través de la Carta de Consentimiento Informado (Ver anexo 1).

La muestra final estuvo constituida por 40 adolescentes, los cuales proceden de las bases de datos de 1993, 1994, 1997 y 2002. Los criterios de inclusión fueron:

- Adolescentes que continuaran viviendo en la zona de Morales.
- Tener entre 12 y 20 años de edad.
- Aceptar participar en el estudio por escrito.
- Contar con el consentimiento informado por escrito de los padres y/o tutores.

Los criterios de exclusión fueron:

- En el caso de las mujeres, que estuvieran embarazadas en el momento del estudio.
- Que estuvieran trabajando en lugares con exposición a plomo.

5.3 Variables

La estructuración de las variables se basó en el “Ecological model of childhood antecedents of adolescent health risk behaviors and health outcomes”; propuesto por Blum y colaboradores⁷⁰.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

Variable	Tipo de Variable
1. Factores Individuales	
Sexo	Discreta
Edad actual	Continua
Estado Civil	Discreta
Ocupación	Discreta
Escolaridad del adolescente	Discreta numérica/continua
Ejercicio	Discreta
Sueño	Discreta numérica/continua
2. Factores Familiares	
Antecedentes familiares de uso/abuso de sustancias	Discreta
Tipo de familia	Discreta
Escolaridad de la Madre	Discreta numérica/continua
Escolaridad del Padre	Discreta numérica/continua
Relaciones Familiares	Discreta
3. Factores Sociales	
Derechohabiencia	Discreta
Tipo de vivienda	Discreta
Propiedad de la vivienda	Discreta
Posesión de artículos de lujo	Discreta numérica
Número de residentes	Discreta numérica
Relaciones de amigos	Discreta
Interés Laboral	Discreta
4. Exposición a agentes contaminantes	
Plomo en sangre infancia	Continua/discreta
Plomo en sangre adolescencia	Continua/discreta
Plomo en tibia	Continua/discreta
Plomo en rótula	Continua/discreta

Arsénico en orina infancia	Continua/discreta
Flúor en orina adolescencia	Continua/discreta
Exposición prenatal (si la madre vivió en la zona en el embarazo)	Discreta/discreta

VARIABLES DEPENDIENTES:

Variable	Tipo de Variable
ESTADO DE SALUD	
1. Estado Nutricional	
Talla/Edad	Continua
Índice de masa corporal	Continua
Hemoglobina en sangre	Continua
Volumen corpuscular medio	Continua
Número de comidas	Discreta numérica
2. Estado Cognitivo	
Coeficiente Intelectual Total	Continua
Índice de Comprensión Verbal	Continua
Índice de Razonamiento/Organización Perceptual	Continua
Índice de Memoria de Trabajo	Continua
Índice de Velocidad de Procesamiento	Continua
3. Salud Mental	Discreta numérica
4. Rendimiento Escolar	Discreta numérica
CONDUCTAS DE RIESGO PARA LA SALUD	
5. Agresión/delincuencia	Discreta numérica
6. Consumo riesgoso y dañino de alcohol	Discreta numérica
7. Consumo de tabaco	Discreta numérica
8. Uso/abuso de sustancias	Discreta numérica

5.4 Instrumentos de Medición

Los instrumentos de medición estuvieron constituidos básicamente en tres tipos:

- a) Biológicos
- b) Cuestionarios
- c) Pruebas Psicométricas

a) Biológicos.

Este rubro estuvo constituido por las siguientes pruebas:

- a.1) Determinación de plomo en sangre.
- a.2) Determinación de plomo en hueso.
- a.3) Biometría Hemática.
- a.4) Determinación de arsénico en orina.
- a.5) Determinación de flúor en orina.

Las determinaciones de plomo en sangre y flúor en orina se realizaron mediante los procedimientos establecidos por el Departamento de Toxicología Ambiental de la Facultad de Medicina de la UASLP. El análisis de Biometría Hemática se realizó en el Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto, el cual es un hospital de tercer nivel de atención.

Es pertinente mencionar que debido a problemas de logística y metodológicos, las concentraciones de arsénico en orina actuales no pudieron ser determinadas.

La medición de plomo en hueso se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Educación Hospital ABC-BRIMEX ubicado en la ciudad de México, mediante la técnica de Rayos-X fluorescentes (K-XRF).

b) Cuestionarios

Se implementaron un total de 4 cuestionarios y 1 historia clínica:

- b.1) Cuestionario de Historial de Salud (Ver anexo 2).
- b.2) Cuestionario Socio-Ambiental (Ver anexo 3).
- b.3) Cuestionario sobre consumo de tabaco, alcohol y drogas. (Ver anexo 4).
- b.4) Cuestionario de Tamizaje de Problemas en Adolescentes (POSIT)^{71, 72}. Validado en población adolescente mexicana (Ver anexo 5).
- b.5) Historia Clínica Neurológica (Ver anexo 6).

El Cuestionario sobre consumo de tabaco, alcohol y drogas, surge de la unificación de las tres cédulas de evaluación que propone la Norma Oficial Mexicana NOM-028-SSA2-1999, Para la prevención, tratamiento y control de las adicciones. Los cuales son:

- Cédula de indicadores para medir dependencia a drogas. Adaptación basada en la Cédula Internacional de Entrevista Diagnóstica (1997) WHO-CIDI 2.1 y en los criterios para diagnosticar dependencia de sustancias de la Décima Revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (1995).
- Cuestionario de Fagerström para detectar la dependencia a la nicotina⁷³.
- Cuestionario AUDIT para identificar trastornos por el consumo de alcohol⁷⁴.

c) Pruebas psicométricas

Se aplicaron 2 test psicométricos:

- c.1) La Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos WAIS-III. Esta prueba se aplicó a los adolescentes con 17 años o más. Versión validada en población mexicana.
- c.2) La Escala Wechsler de Inteligencia para Niños WISC-IV. Esta prueba se aplicó a los adolescentes de 12 a 16 años. Versión validada en población mexicana.

5.5 Recolección de Datos

La recolección de datos se realizó en 5 fases:

1. Monitoreo biológico.
2. Aplicación de Cuestionarios.
3. Evaluación Médica Neurológica.
4. Evaluación Cognitiva.
5. Monitoreo biológico de plomo en hueso.

Fase 1. Monitoreo biológico.

En el lapso de 3 días (12, 13 y 16 de Julio de 2007) se obtuvieron las muestras de sangre y orina para la determinación de las variables biológicas a excepción del plomo en hueso.

Se tomaron las muestras a las 7:00 am en el domicilio de uno de los participantes, el cual fungió como sede. Días previos, se le otorgó a cada adolescente un frasco para la recolección de orina. El uso que se dio a cada muestra fue el siguiente:

- Sangre. Se tomaron 6 ml de sangre para determinar concentraciones de plomo y biometría hemática completa.
- Orina. Se solicitó un frasco de 500 ml de orina para determinar concentraciones de arsénico, creatinina y flúor.

Además durante esta fase se evaluó la somatometría (peso y talla) de los participantes.

Fase 2. Aplicación de Cuestionarios.

Se aplicaron del 24 de Julio al 6 de Septiembre de 2007, en un día se citaban de 2 a 3 adolescentes junto con al menos uno de sus padres o tutores, para el llenado de los cuestionarios. Ambos, adolescente y padre de familia llenaron diferentes cuestionarios.

Cuestionarios aplicados al adolescente:

- Cuestionario de Historial de Salud (sección de antecedentes no patológicos, sexuales y reproductivos)
- Cuestionario Socio-Ambiental
- Cuestionario sobre consumo de tabaco, alcohol y drogas.
- Cuestionario de Tamizaje de Problemas en Adolescentes (POSIT).

Cuestionarios aplicados al padre de familia ó tutor:

- Cuestionario de Historial de Salud (sección de antecedentes personales patológicos y heredofamiliares)

Fase 3. Evaluación Médica Neurológica.

Las evaluaciones médicas neurológicas se realizaron del 24 de Julio al 6 de Septiembre de 2007, las cuales estuvieron a cargo del Dr. Antonio Bravo Oro, especialista en Neurología Pediátrica. Se realizaron 37 evaluaciones por la tarde en el consultorio privado y 3 por la mañana en el Hospital Central “Dr. Ignacio Morones Prieto”. Los evaluadores no tuvieron información alguna referente al estado de salud de los adolescentes.

Fase 4. Evaluación Cognitiva.

Del 15 de Agosto al 13 de Octubre de 2007, se llevó a cabo esta fase. Se dio a conocer con anticipación al adolescente el día, la hora y el lugar de su evaluación. La evaluación fue realizada por dos Licenciados en Psicología, en 3 sedes diferentes: Biblioteca de la Facultad de Psicología (tardes), consultorio particular (mañanas) y la Facultad de Medicina (sábados). Las opciones de sedes y horarios fueron debido a las ocupaciones que tenían los participantes.

La evaluación del estado cognitivo incluyó el coeficiente intelectual total (CIT), y sus cuatro índices que lo componen: índice de comprensión verbal (ICV), índice de organización perceptual (IOP) o índice de razonamiento perceptual (IRP), índice de memoria de trabajo (IMT) e índice de velocidad de procesamiento (IVP).

El control de calidad fue aplicado a todas las pruebas psicométricas, donde se realizó una segunda revisión por parte de dos neuropsicólogos.

Fase 5. Monitoreo biológico de plomo en hueso.

Las evaluaciones de plomo en hueso se llevaron a cabo sábados, domingos y lunes del 25 de febrero al 20 de abril de 2008. Los adolescentes fueron trasladados a la ciudad de

México con uno de sus padres de familia o tutores. Se evaluaron entre 3 y 6 adolescentes por día, durante 9 fines de semana.

La determinación de plomo en hueso se realizó en tibia y rótula de ambas piernas, a través de la técnica de rayos-X fluorescentes (K-XRF4 y K-XRF 2). Ver anexo 7.

5.6 Análisis Estadístico

Análisis descriptivo.

Se realizó el análisis descriptivo de las variables a través de distribución de frecuencias, medidas de tendencia central y proporciones de las variables independientes y dependientes. Así mismo, de las variables continuas se evaluó la normalidad de los datos a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov, estableciendo así, si existía normalidad estadística.

Análisis bivariado.

Se realizó el análisis bivariado de las variables independientes con las dependientes para detectar aquellas variables que pudieran estar correlacionadas; para ello se usó la prueba de Chi cuadrado para variables categóricas y la Correlación de Pearson en variables continuas.

Análisis multivariado.

A partir de las variables que tuvieron asociación estadísticamente significativa ($p < 0.05$) ó significancia estadística marginal ($p > 0.05$ y $p < 0.1$), además de normalidad estadística de las variables; la construcción de modelos de regresión lineal múltiple y regresión logística fue realizada de acuerdo al tipo de variable. De tal forma, que se encontraran aquellas variables que mejor explicaban el estado de salud y las conductas de riesgo para la salud en la población de estudio.

La significancia de los modelos de regresión logística fue evaluada a través de la prueba de Omnibus; y para evaluar si el modelo era o no el adecuado se hizo a través del Test de Hosmer and Lemeshow, ya que este estadístico de bondad de ajuste es más robusto que el estadístico tradicional usado (Razón de Verosimilitud), especialmente para modelos de estudios con n pequeñas. Para la significancia de los modelos de regresión lineal múltiple se empleó la prueba F.

En el análisis estadístico se utilizó el paquete computacional Statistical Package for the Social Science version 10.0 (SPSS) y el paquete Epi Info, versión 3.4.3.

5.7 Aspectos Éticos y de Bioseguridad

El presente proyecto de investigación fue aprobado por la Comisión de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (Ver anexo 8).

En relación a los participantes se les explicó la importancia y la forma de su colaboración, autorizando por escrito a través de la Carta de Consentimiento. Además en todo momento se aseguró el anonimato y la confidencialidad de la información. Existió riesgo humano en la población de estudio, ya que se obtuvieron muestras sanguíneas y se expuso al adolescente a una fuente radioactiva; sin embargo esta exposición equivale a un 10% de la dosis de radiación recibida en una radiografía de tórax.

Para el traslado a la ciudad de México, el adolescente y su padre de familia contaron con un seguro de gastos médicos y de vida.

Lo anterior, permite dar cumplimiento a las normatividades en Investigación, contempladas en la Ley General de Salud, título quinto, artículo 96, inciso I, III y IV; las cuales estipulan que la investigación en salud debe desarrollar acciones que contribuyan al conocimiento de los procesos biológicos y psicológicos en los seres humanos; a la prevención y control de los problemas de salud que se consideren prioritarios para la población y al conocimiento y control de los efectos nocivos del ambiente en la salud. En el artículo 100, inciso I, II, III, IV y V, especifica que la investigación debe ser justificada en

la mejora de la salud de la población y debe existir autorización por parte de los participantes, así como no representar un riesgo ni daños innecesarios.

5.8 Recursos

Los recursos humanos que participaron en el presente trabajo fueron:

- 1 director de tesis
- 2 asesores
- 1 tesista
- 2 psicólogos contratados ex profeso para la evaluación del estado cognitivo.
- 1 médico neurólogo pediatra.
- 1 Química Farmacobióloga, profesora de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, como apoyo para la determinación de plomo en sangre y arsénico en orina.
- 1 Técnico Radiólogo para la determinación de plomo en hueso.

Los recursos materiales empleados fueron por los siguientes conceptos:

- Fotocopiado de cuestionarios.
- Material y equipo para la recolección y determinación de plomo en sangre, arsénico y flúor en orina.
- Material para la recolección de muestra sanguínea de biometría hemática.
- Pago de subrogación por análisis de biometría hemática.
- Pago de psicólogos para evaluación del estado cognitivo.
- Pago de estudios para determinación de plomo en hueso.
- Gastos de transportación y alimentos a la ciudad de México, para la determinación de plomo en hueso.

El financiamiento fue por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través de la Beca Nacional para Posgrado, con el **No. de Registro: 205131**; además a través del proyecto denominado: **CONACTY-SALUD-2007-C01-69320**.

VI. RESULTADOS

Análisis descriptivo

La sección de estadísticos descriptivos responde a los objetivos específicos 1, 2, 3, 4, y 5, de la presente investigación.

En la tabla 5 puede apreciarse la prevalencia de factores individuales, donde cabe destacar que la población de estudio predominante es: del género femenino, está en la adolescencia tardía y es estudiante con un nivel máximo de estudios de bachillerato. Aunado a ello, más del 50% de la población no realiza ejercicio, sin embargo un 67.5% tiene un patrón de sueño adecuado.

En relación a los factores familiares, se puede destacar en la tabla 6, que más del 50% de la población de estudio tiene antecedentes familiares de uso/abuso de sustancias. El porcentaje de madres y padres con escolaridad de bachillerato ó más fue del 30% y 40% respectivamente, y el 25% presentó relaciones familiares de riesgo.

En los factores sociales (tabla 7) se encontró que el 57% cuenta con seguridad social, más de un 50% tiene relaciones de amigos de riesgo e interés laboral de riesgo. El nivel socioeconómico es muy similar en todos los participantes, ya que el 100% cuenta con 3 o más artículos de lujo. Cabe mencionar que esta categorización se retoma de Kordas et al.,⁷⁵. El número de residentes promedio por casa fue de 5.1 ± 1.8 (dato no mostrado)

Los resultados del monitoreo biológico pueden observarse en la tabla 8, como era de esperarse las concentraciones de plomo en sangre actual son menores a las de la infancia, la reducción de las concentraciones puede darse debido a los cambios conductuales del niño al adolescente en relación a las actividades recreativas, los procesos fisiológicos propios de la adolescencia y a una disminución de las concentraciones ambientales a lo largo de los años como resultado de las medidas de

control implementadas, como se describió con anterioridad en la sección de Marco Referencial.

Tabla 5. Factores individuales de la población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Factores Individuales	Característica	n	%
Sexo	Femenino	25	62.5
	Masculino	15	37.5
Edad	Adolescencia temprana (12 a 14 años)	9	22.5
	Adolescencia media (15 a 17 años)	15	37.5
	Adolescencia tardía (18 a 19 años)	16	40
Estado civil	Soltero	40	100
Ocupación	Estudiante	28	70
	Estudia y trabaja	2	5
	Trabaja	6	15
	Ninguna	4	10
Escolaridad	Secundaria	12	30
	Carrera técnica	1	2.5
	Bachillerato	17	42.5
	Licenciatura	10	25
Ejercicio	Si	15	37.5
	No	25	62.5
Sueño	Menos de 7 horas	7	17.5
	7 a 9 horas	27	67.5
	Más de 9 horas	6	15

Tabla 6. Factores familiares de la población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Factores Individuales	Característica	n	%
Antecedentes familiares uso/abuso de sustancias	Sí	24	60
	No	16	40
Tipo de Familia	Vive con ambos padres	30	75
	Vive con un solo padre	10	25
Escolaridad madre	Educación básica o menos	28	70
	Bachillerato o más	12	30
Escolaridad padre	Educación básica o menos	20	50
	Bachillerato o más	16	40
	No contestaron	4	10
Relaciones Familiares	Riesgo*	10	25
	No riesgo	30	75

*Relaciones entre el adolescente y sus padres con ausencia de líneas de comunicación directa, comprensión, y apoyo que obstaculiza el desarrollo integral del adolescente.

Tabla 7. Factores sociales de la población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Factores Sociales	Característica	n	%
Derechohabiencia	Con seguridad social	23	57.5
	Sin seguridad social	17	42.5
Tipo de vivienda	Casa independiente	25	62.5
	Departamento ó duplex	15	37.5
Propiedad vivienda	Propia y totalmente pagada	23	57.5
	Propia y la están pagando	15	37.5
	Prestada	2	5
Artículos de Lujo*	Ninguno	0	0
	1 ó 2 artículos de lujo	0	0
	Carro + computadora ó 3 artículos lujo	40	100
Relaciones con amigos	Riesgo**	23	57.5
	No riesgo	17	42.5
Interés Laboral	Riesgo‡	23	57.5
	No riesgo	17	42.5

*Los artículos de lujo incluyen: carro, computadora, videograbador ó DVD, televisión, estufa, lavadora, refrigerador ó estéreo.

**Relación del adolescente con amigos que presentan conductas de agresión física y/o verbal, consumo de alcohol, tabaco y/o drogas ilegales.

‡Relación con la actividad laboral que promueve una pérdida del contacto social del adolescente, desempeño escolar limitado, incumplimiento e irresponsabilidad en sus actividades tanto laborales como escolares.

Los hallazgos referentes al estado nutricional pueden observarse en la tabla 9. El 20% de la muestra poblacional presenta problemas de sobrepeso y obesidad. El 7.5% presenta deficiencia de hierro, determinada por volumen corpuscular medio (VCM). Sin embargo, niveles bajos de VCM sólo ocurren cuando la deficiencia de hierro llega a ser severa⁷⁶. El valor promedio encontrado para VCM fue de 85.58 ± 3.80 fL, y para hemoglobina fue de 15.18 ± 1.50 g/dL (datos no mostrados).

Tabla 8. Monitoreo biológico en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Monitoreo Biológico	Media	D.E.	Mínimo	Máximo	n	%> límites
Plomo en sangre infancia ($\mu\text{g/dL}$)	13.1	5.82	4.1	30	36	66.7*
Plomo en sangre actual ($\mu\text{g/dL}$)	5.33	1.95	2.55	10.13	40	5*
Plomo tibia adolescencia ($\mu\text{g/gram}$ hueso)	1.05	4.42	-11.69	15.47	40	2.5**
Plomo rótula adolescencia ($\mu\text{g/gram}$ hueso)	-0.4	7.1	-19.35	17.51	40	2.5**
Arsénico en orina infancia ($\mu\text{gAs/gram}$ creatinina)	71.05	37.08	7	196	33	69.7*
Flúor en orina actual ($\mu\text{gF/gram}$ creatinina)	1.26	0.69	.38	3.43	40	----

D.E.= desviación estándar.

* Puntos de corte de acuerdo al CDC.

** Puntos de corte de acuerdo al Centro de Investigación y Capacitación BRIMEX-III, American British Cowdray Medical Center.

Tabla 9. Estado nutricional de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Estado Nutricional	Característica	n	%
Hemoglobina en sangre	Normal	40	100
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	Normal	37	92.5
	Deficiencia de hierro	3	7.5
Talla/edad (z score)	Adecuada	37	92.5
	Ligeramente alta	1	2.5
	Baja	2	5
Índice de Masa Corporal (z score)	Adecuado	25	62.5
	Bajo peso	7	17.5
	Riesgo de sobrepeso	7	17.5
	Sobrepeso	1	2.5
Número de comidas	3 o más comidas por día	29	72.5
	Menos de 3 comidas por día	11	27.5

Punto de corte de hemoglobina en sangre: < 14 años de edad en hombres y mujeres= 12.0 g/dL; >14 años de edad en hombres= 13.0 g/dL; >14 años de edad en mujeres= 12.0 g/dL. (Tablas de la OMS, 1972).

Punto de corte de volumen corpuscular medio: 12 a 18 años de edad en hombres y mujeres= <78 fL; 18 años y más de edad en hombres y mujeres= 80 fL. (Dallman, 1977).

Punto de corte de talla/edad: adecuada= +1.99 a -1.99 D.E.; ligeramente alta= +2 a +3 D.E.; baja= -2 a -3 D.E. (CDC Growth Charts 2000).

Punto de corte de Índice de masa corporal: adecuado= -1.64 a 1.03 D.E.; bajo peso= <-1.64 D.E.; riesgo de sobrepeso= 1.03 a 1.64 D.E.; sobrepeso= >1.64 D.E. (CDC Growth Charts 2000).

En el estado cognitivo (tabla 10) encontramos una mayor proporción de individuos en las clasificaciones de extremadamente bajo, limítrofe y promedio bajo, del coeficiente intelectual total, con un 5.3%, 31.5% y 26.4% respectivamente; comparado con las proporciones obtenidas en una muestra en población mexicana reportada en la escala de Inteligencia Wechsler; donde para estas mismas categorías respectivamente se obtuvieron un 1.9%, 6.5% y 14.8%. Así mismo, en nuestra población de estudio se obtuvo una menor proporción de adolescentes en las categorías promedio y superior (34.2% y 2.6% respectivamente), en comparación con lo que reporta la escala (50.3% y 8.3% respectivamente). En la tabla 11 pueden observarse la media y desviación estándar del coeficiente intelectual total y de cada uno de sus cuatro índices.

Tabla 10. Caracterización del estado cognitivo de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Puntuaciones CI/Índice	CIT		ICV		IRP/IOP*		IMT		IVP	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Muy superior (130 y más)	--	--	--	--	--	--	--	--	2	5.3
Superior (120-129)	1	2.6	--	--	1	2.6	3	7.5	6	15.8
Promedio alto (110-119)	--	--	3	7.5	9	23	1	2.5	8	21
Promedio (90-109)	13	34.2	18	45	18	46.2	29	72.5	14	36.8
Promedio bajo (80-89)	10	26.4	10	25	3	7.7	4	10	3	7.9
Límitrofe (70-79)	12	31.5	8	20	6	15.4	3	7.5	4	10.6
Extremadamente bajo (< 69)	2	5.3	1	2.5	2	5.1	--	--	1	2.6
TOTAL	38	100	40	100	39	100	40	100	38	100

Coficiente Intelectual Total (CIT), Índice de Comprensión Verbal (ICV), Índice de Razonamiento Perceptual/Índice de Organización Perceptual (IRP/IOP), Índice de Memoria de Trabajo (IMT), Índice de Velocidad de Procesamiento (IVP).

*Índice de Organización Perceptual en el caso de WISC-IV, e Índice de Razonamiento Perceptual en caso de WAIS-III.

Tabla 11. Estado cognitivo de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Estado Cognitivo	Media	D.E.
Coficiente Intelectual Total	85.1	11.2
Índice de Comprensión Verbal	90.9	12.0
Índice de Organización Perceptual ó Índice de Razonamiento Perceptual	96.0	15.3
Índice de Memoria de Trabajo	97.1	11.1
Índice de Velocidad de Procesamiento	103.3	17.5

D.E.= desviación estándar.

Más del 50% de los adolescentes presentó agresión/delincuencia, así como rendimiento escolar de riesgo. El 50% tiene salud mental de riesgo, es decir, presenta síntomas de depresión, ansiedad e impulsividad que obstaculizan su desarrollo. Una cuarta parte consume tabaco y el 30% presenta algún trastorno por consumo de alcohol. Ninguno de los jóvenes reportó haber consumido alguna vez drogas ilegales, sin embargo a través del POSIT, una quinta parte presenta uso/abuso de sustancias. Ver tabla 12.

Tabla 12. Estado de salud mental, rendimiento escolar y conductas de riesgo para la salud; de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Estado de salud y Conductas de Riesgo	N	%
Salud Mental		
Riesgo*	20	50
No riesgo	20	50
Rendimiento Escolar		
Riesgo [‡]	21	52.5
No riesgo	19	47.5
Agresión/delincuencia		
Riesgo [†]	23	57.5
No riesgo	17	42.5
Consumo riesgoso y dañino de alcohol		
Sin riesgo	28	70
Consumo riesgoso	8	20
Síntomas de dependencia	2	5
Uso dañino de alcohol	2	5
Consumo de tabaco		
Sí	10	25
Ha probado	11	27.5
Nunca ha consumido	19	47.5
Uso/abuso de sustancias		
Riesgo [§]	7	17.5
No riesgo	33	82.5

*Implica la presencia de síntomas como fatiga, miedo, timidez, soledad, inseguridad y tristeza; evitando así su adaptación y desarrollo del adolescente.

‡Desempeño escolar del adolescente con ausencia de logros académicos y falta de interés en actividades escolares.

†Predisposición a responder ante cierta clase de estímulos con actitud defensiva u ofensiva con intención de lesionar a alguien que pueda desviar o comprometer el desarrollo psicosocial normal del adolescente.

§Presencia de actitudes tendientes al uso, abuso y dependencia de alcohol y/o drogas ilegales en el adolescente, que puedan desviar o comprometer el desarrollo normal del mismo.

En relación a las evaluaciones neurológicas, el 100% de los adolescentes fueron reportados neurológicamente sanos.

Análisis Bivariado

Posterior a un análisis descriptivo, se realizó un análisis bivariado de variables independientes con dependientes para detectar aquellas variables que pudieran estar correlacionadas. Para ello se utilizó la prueba de Chi Cuadrado, y en aquellas variables que resultaron con significancia estadística ($p < 0.05$) ó significancia marginal ($p < 0.1$) se calculó la razón de momios.

ESTADO NUTRICIONAL

En la tabla 13 puede apreciarse los resultados del análisis bivariado referente al estado nutricional. El número de comidas no se analizó ya que la variable no tuvo una distribución normal. La variable que fue estadísticamente significativa para la hemoglobina fue el plomo en tibia, para el volumen corpuscular medio fue la escolaridad en años, para la talla fue el flúor en orina ajustado por creatinina y para el índice de masa muscular fueron la escolaridad en años y el flúor en orina ajustado. Cabe destacar que en esta misma tabla se destacan aquellas variables que tuvieron significancia marginal, esto debido al tamaño de muestra pequeña que se tuvo.

Tabla 13. Análisis bivariado del estado nutricional de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Variable	Coeficiente Crudo de Correlación de Pearson				
	n	Hb	VCM	Talla	IMC
Edad actual	40	0.070	0.232	0.177	0.288 †
Sueño	40	0.071	0.074	-0.133	-0.264
Escolaridad en años	40	0.015	0.381 *	0.265 †	0.329 *
Escolaridad madre	40	-0.023	0.115	-0.008	-0.226
Escolaridad del padre	36	0.072	0.120	0.249	0.131
No. de residentes	40	0.013	-0.285 †	-0.109	0.067
Plomo en sangre infancia	36	-0.204	-0.178	-0.085	-0.013
Plomo en sangre adolescencia	40	-0.098	-0.281 †	-0.067	-0.099
Plomo en tibia	40	-0.289*	-0.106	-0.279 †	-0.075
Plomo en rótula	40	-0.160	-0.195	0.153	-0.073
F en orina sin ajustar	40	-0.036	0.023	-0.158	-0.121
Flúor en orina ajustado	40	-0.026	0.155	-0.412 *	-0.386 *

*p<0.05, †p>0.05 y <0.1 (significancia marginal)

Hb=hemoglobina, VCM=volumen corpuscular medio, IMC= índice de masa corporal.

ESTADO COGNITIVO

La escolaridad del padre fue estadísticamente significativa con el coeficiente intelectual total (CIT), el plomo en sangre en la infancia y el plomo en rótula tuvieron significancia marginal con esta misma variable. El índice de comprensión verbal (ICV) fue estadísticamente significativo con la edad actual del adolescente, la escolaridad en años del adolescente y el número de residentes. El índice de organización perceptual/índice de razonamiento perceptual (IOP/IRP) fue estadísticamente significativo con la escolaridad del padre; la escolaridad en años del adolescente y el plomo en tibia tuvieron significancia marginal. El índice de memoria de trabajo (IMT) no tuvo significancia estadística con ninguna variable. Por último, el índice de velocidad de procesamiento (IVP) tuvo significancia estadística con las horas de sueño, y la escolaridad del padre tuvo significancia marginal. (Ver tabla 14).

Tabla 14. Análisis bivariado del estado cognitivo de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Variable	Coeficiente Crudo de Correlación de Pearson				
	CIT	ICV	IOP/IRP §	IMT	IVP
Edad actual	-0.282	0.347*	0.109	0.073	0.066
Escolaridad en años	-0.073	0.515*	0.296 †	0.115	0.210
Sueño	-0.077	-0.276	-0.221	-0.198	-0.349*
Escolaridad madre	0.213	-0.117	0.097	0.256	0.013
Escolaridad del padre	0.381 *	0.270	0.348*	-0.052	0.336 †
No. de residentes	-0.258	-0.443*	-0.212	-0.075	0.042
Plomo en sangre infancia	-0.312 †	-0.054	-0.265	-0.064	-0.184
Plomo en sangre adolescencia	-0.195	-0.227	-0.132	-0.099	-0.214
Plomo en tibia	-0.065	0.059	-0.271 †	0.062	-0.090
Plomo en rotula	-0.308 †	0.007	-0.069	-0.228	-0.155
F en orina sin ajustar	-0.117	-0.104	-0.160	-0.184	-0.147
Flúor en orina ajustado	-0.060	-0.248	-0.219	-0.130	-0.162
As en orina ajustado (infancia)	-0.151	0.005	-0.003	0.080	-0.136

* $p < 0.05$, † $p > 0.05$ y < 0.1 (significancia marginal)

Coeficiente Intelectual Total (CIT), Índice de Comprensión Verbal (ICV), Índice de Razonamiento Perceptual/Índice de Organización Perceptual (IRP/IOP), Índice de Memoria de Trabajo (IMT), Índice de Velocidad de Procesamiento (IVP).

§Índice de Organización Perceptual en el caso de WISC-IV, e Índice de Razonamiento Perceptual en caso de WAIS-III.

ESTADO DE SALUD MENTAL Y RENDIMIENTO ESCOLAR

En la tabla 15 puede observarse que las variables con asociación estadísticamente significativa con la salud mental fueron el sexo y el ejercicio, aunado al tipo de familia, la cual tuvo significancia marginal. En la tabla 16, puede apreciarse que en relación al rendimiento escolar, nuevamente el sexo, el ejercicio y el tipo de familia estuvieron asociados.

Tabla 15. Análisis bivariado del estado de salud mental de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Factor	Variable	Valor Chi cuadrado	Valor P	OR	IC 95%
Individual	Sexo‡		0.008*	0.029	0.04-1.82‡
	Ejercicio‡		0.048*	4.89	1.00-25.81‡
	Sueño	1.026	0.311	0.50	0.10-2.33‡
Familiar	Antecedentes familiares uso/abuso	0.000	1.000	1.0	0.23-4.27
	Tipo de familia‡		0.065	6.0	0.91-49.89‡
	Escolaridad Madre	0.000	1.000	1.0	0.21-4.73
	Escolaridad Padre	0.942	0.332	0.52	0.11-2.39
	Relaciones Familiares‡		0.273	3.05	0.54-18.83
Social	Derechohabencia	0.404	0.525	1.50	0.36-6.36
	Tipo de vivienda	0.107	0.744	0.81	0.18-3.51
	Relaciones Amigos	2.558	0.110	0.35	0.08-1.54
	Interés Laboral	0.921	0.337	0.54	0.12-2.29
Exposición a agentes contaminantes	Exposición prenatal‡		1.000	1.42	0.22-9.76‡
	Pb en sangre infancia	0.000	1.000	1.00	0.20-4.96
	Pb en sangre adolescencia	0.404	0.525	1.50	0.36-6.36
	Pb tibia	0.400	0.527	1.49	0.36-6.29
	Pb rótula	0.400	0.527	0.67	0.16-2.78

*p<0.05

‡Prueba exacta de Fisher

‡Cornfield no exacto

OR= Odds Ratio, IC= Intervalo de Confianza.

Tabla 16. Análisis bivariado del rendimiento escolar de población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Factor	Variable	Valor Chi cuadrado	Valor P	OR	IC 95%
Individual	Sexo‡		0.003*	0.10	0.02-0.55‡
	Ejercicio‡		0.003*	10.29	1.83-66.20‡
	Sueño	0.311	0.577	0.69	0.15-3.13
Familiar	Antecedentes familiares uso/abuso‡		0.520	1.80	0.42-7.91
	Tipo de familia‡		0.069	5.23	0.79-43.24‡
	Escolaridad Madre	0.043	0.836	1.15	0.24-5.48
	Escolaridad Padre	0.089	0.765	0.82	0.18-3.73
	Relaciones Familiares‡		0.721	1.50	0.29-8.14‡
Social	Derechohabencia	2.634	0.105	2.89	0.66-13.14
	Tipo de vivienda	0.541	0.462	1.63	0.37-7.28
	Relaciones Amigos	0.474	0.491	0.64	0.15-2.72
	Interés Laboral	0.474	0.491	0.64	0.15-2.72
Exposición a agentes contaminantes	Exposición prenatal‡		1.000	0.80	0.12-5.24‡
	Pb en sangre infancia	0.056	0.813	0.84	0.17-4.23‡
	Pb en sangre adolescencia	0.852	0.356	1.81	0.43-7.76
	Pb tibia	2.506	0.113	2.79	0.65-12.44
	Pb rótula	0.100	0.752	1.22	0.29-5.10
	As en orina infancia‡		0.701	0.56	0.08-3.40‡
	F en orina ajustado	0.902	0.342	1.83	0.44-7.84

*p<0.05

‡Prueba exacta de Fisher

†Cornfield no exacto

OR= Odds Ratio, IC= Intervalo de Confianza.

AGRESIÓN/DELINCUENCIA

La agresión/delinuencia estuvo correlacionada con el tipo de vivienda, sin embargo el sexo, el interés laboral y la práctica de deporte tuvieron una correlación marginal. Ver tabla 17.

Tabla 17. Análisis bivariado de agresión/delincuencia en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Factor	Variable	Valor Chi cuadrado	Valor P	OR	IC 95%
Individual	Sexo	3.008	0.083	0.31	0.007-1.43
	Ejercicio	3.008	0.083	3.19	0.70-15.18
	Sueño	1.015	0.314	0.50	0.11-2.33
Familiar	Antecedentes familiares uso/abuso‡		0.522	1.67	0.39-7.34
	Tipo de familia‡		0.471	2.04	0.36-12.50‡
	Escolaridad Madre	0.065	0.944	0.95	0.20-4.58‡
	Escolaridad Padre	1.626	0.202	2.39	0.51-11.61
	Relaciones Familiares‡		0.471	2.04	0.36-12.50‡
Social	Derechohabencia	0.753	0.385	0.57	0.13-2.3
	Tipo de vivienda	5.736	0.017*	0.19	0.04-0.93
	Relaciones Amigos	0.021	0.884	0.91	0.21-3.90
	Interés Laboral	3.224	0.073	3.27	0.73-15.20
Exposición a agentes contaminantes	Exposición prenatal‡		1.000	1.02	0.15-6.75‡
	Pb en sangre infancia	0.000	1.000	1.00	0.20-5.06‡
	Pb en sangre adolescencia	1.125	0.289	0.50	0.11-2.17
	Pb tibia	0.102	0.749	0.81	0.19-3.43
	Pb rótula	0.921	0.337	0.54	0.12-2.29

*p<0.05

‡Prueba exacta de Fisher

‡Cornfield no exacto

OR= Odds Ratio, IC= Intervalo de Confianza.

CONSUMO RIESGOSO Y DAÑINO DE ALCOHOL

Las variables asociadas con el consumo riesgoso y dañino de alcohol fueron el sexo, las relaciones de amigos, la práctica del deporte y las horas de sueño del adolescente. Los antecedentes familiares de uso/abuso de sustancias tuvieron una asociación estadísticamente marginal. Ver tabla 18.

Tabla 18. Análisis bivariado de consumo riesgoso y dañino de alcohol en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Factor	Variable	Valor Chi cuadrado	Valor P	OR	IC 95%
Individual	Sexo‡		0.030*	6.00	1.13-34.90‡
	Ejercicio‡		0.003*	0.09	0.01-0.55‡
	Sueño	5.215	0.022*	5.13	0.97-29.29
Familiar	Antecedentes familiares uso/abuso‡		0.079	5.00	0.78-40.40‡
	Tipo de familia‡		1.000	1.00	0.16-5.93‡
	Escolaridad Madre‡		0.285	2.78	0.42-22.71‡
	Escolaridad Padre‡		0.277	2.89	0.51-18.09‡
	Relaciones Familiares‡		0.451	1.83	0.32-10.47‡
Social	Derechohabiciencia‡		0.491	0.50	0.10-2.48‡
	Tipo de vivienda	0.127	0.722	1.29	0.26-6.32‡
	Relaciones Amigos‡		0.005*	14.67	1.53-347.37‡
	Interés Laboral‡		0.505	1.73	0.35-8.99‡
Exposición a agentes contaminantes	Exposición prenatal‡		1.000	1.09	0.14-9.80‡
	Pb en sangre infancia	0.563	0.453	0.58	0.11-3.07‡
	Pb en sangre adolescencia‡		0.491	2.00	0.40-10.39‡
	Pb tibia	0.000	1.000	1.00	0.21-4.73
	Pb rótula‡		0.301	2.67	6.54-13.99‡

*p<0.05

‡Prueba exacta de Fisher

‡Cornfield no exacto.

OR= Odds Ratio, IC= Intervalo de Confianza

CONSUMO DE TABACO

Se encontró una asociación estadísticamente significativa del consumo de tabaco con el sexo y la derechohabiciencia, el sueño tuvo una asociación estadísticamente marginal. Ver tabla 19.

Tabla 19. Análisis bivariado de consumo de tabaco en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Factor	Variable	Valor Chi cuadrado	Valor P	OR	IC 95%
Individual	Sexo‡	0.889	0.002*	13.14	1.85-118.6‡
	Ejercicio		0.346	0.50	0.09-2.6‡
	Sueño‡		0.052	4.93	0.87-30.23‡
Familiar	Antecedentes familiares uso/abuso‡		0.263	3.50	0.53-28.7‡
	Tipo de familia‡		0.689	1.41	0.21-8.8‡
	Escolaridad Madre‡		0.231	5.21	0.53-124.8‡
	Escolaridad Padre‡		0.700	1.86	0.31-12.0‡
	Relaciones Familiares‡		0.232	2.67	0.44-16.4‡
Social	Derechohabiciencia‡		0.013*	0.08	0.00-0.83‡
	Tipo de vivienda‡		0.269	0.33	0.04-2.1‡
	Relaciones Amigos‡		0.471	2.04	0.36-12.5‡
	Interés Laboral‡		0.471	2.04	0.36-12.5‡
Exposición a agentes contaminantes	Exposición prenatal‡		0.656	2.25	0.21-56.7‡
	Pb en sangre infancia‡		0.443	0.53	0.09-3.19‡
	Pb en sangre adolescencia‡		1.000	1.31	0.25-7.12‡
	Pb tibia‡		0.273	0.33	0.05-1.84‡
	Pb rótula‡		1.000	1.00	0.19-5.2‡

*p<0.05

‡Prueba exacta de Fisher

‡Cornfield no exacto.

OR= Odds Ratio, IC= Intervalo de Confianza

USO/ABUSO DE SUSTANCIAS

La única variable que tuvo asociación estadísticamente significativa con esta área fueron las relaciones familiares, encontrando que los adolescentes con relaciones familiares de riesgo, es decir, con ausencia de líneas de comunicación, comprensión y apoyo entre los padres y el adolescente; el riesgo de presentar uso/abuso de sustancias es 14 veces mayor, en comparación con los adolescentes que tienen relaciones familiares sin riesgo. Ver tabla 20.

Tabla 20. Análisis bivariado de uso/abuso de sustancias en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Factor	Variable	Valor Chi cuadrado	Valor P	OR	IC 95%
Individual	Sexo‡		1.000	1.31	0.19-8.84‡
	Ejercicio‡		0.392	0.38	0.05-2.51‡
	Sueño‡		1.000	0.80	0.09-6.00‡
Familiar	Antecedentes familiares uso/abuso‡		0.210	5.00	0.48-123.03‡
	Tipo de familia‡		1.000	1.25	0.14-9.93‡
	Escolaridad Madre‡		1.000	1.09	0.14-9.80‡
	Escolaridad Padre‡		1.000	1.08	0.16-7.67‡
	Relaciones Familiares‡		0.006*	14	1.64-150.73‡
Social	Derechohabiencia‡		0.427	0.43	0.05-3.08‡
	Tipo de vivienda‡		0.392	2.67	0.40-18.97‡
	Relaciones Amigos‡		0.677	2.08	0.29-18.34‡
	Interés Laboral‡		0.677	2.08	0.29-18.34‡
Exposición a agentes contaminantes	Exposición prenatal‡		1.000	1.33	0.11-34.99‡
	Pb en sangre infancia‡		0.664	0.60	0.08-4.36‡
	Pb en sangre adolescencia‡		0.680	0.55	0.08-3.64‡
	Pb tibia‡		1.000	0.71	0.10-4.64‡
	Pb rótula‡		1.000	0.71	0.10-4.64‡

*p<0.05

‡Prueba exacta de Fisher

‡Cornfield no exacto.

OR= Odds Ratio, IC= Intervalo de Confianza

AGENTES CONTAMINANTES

Como última parte del análisis bivariado, aunque no está contemplado dentro de los objetivos del presente trabajo, en la tabla 21 puede observarse la asociación que hubo entre los contaminantes ambientales. Como puede apreciarse el plomo en rótula tuvo una asociación estadísticamente significativa con el plomo en sangre en infancia y plomo en sangre actual; esto nos habla del intercambio de este contaminante en el tejido óseo y sanguíneo. Por otra parte, el arsénico en orina en la infancia y el plomo en sangre de la infancia mostraron una asociación estadísticamente significativa, lo que significa que ambos contaminantes provienen de la misma fuente de contaminación.

Tabla 21. Análisis bivariado de los agentes contaminantes de una población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Variable	Coeficiente Crudo de Correlación de Pearson					
	Pb sangre infancia	Pb sangre adolescencia	Pb tibia	Pb rótula	Fl orina	As infancia
Plomo en sangre infancia	-----	0.212	0.314 \ddagger	0.479*	-0.125	0.525*
Plomo sangre adolescencia	0.212	-----	0.066	0.384*	0.084	0.198
Plomo en tibia	0.314	0.066	-----	0.232	-0.153	-0.940
Plomo en rótula	0.479*	0.384*	0.232	-----	-0.219	0.304 \ddagger
Flúor en orina ajustado	-0.125	0.084	-0.153	-0.219	-----	-0.132
Arsénico en orina infancia	0.525*	0.198	-0.094	0.304 \ddagger	-0.132	-----

* $p < 0.05$, $\ddagger p > 0.05$ y < 0.1 (significancia marginal)

Análisis Multivariado

El análisis multivariado del estado nutricional, puede observarse en la tabla 22. Debido a los resultados del análisis bivariado, no fue posible construir un modelo de regresión lineal para la variable de hemoglobina, ya que sólo el plomo en tibia tuvo asociación estadísticamente marginal.

Tabla 22. Análisis multivariado del estado nutricional en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Variable Dependiente	Variable Independiente	Coeficiente (β)		EE	Valor P	R^2
		No estandarizado	Estandarizado			
Volumen corpuscular medio	Escolaridad adolescente	0.700	0.362	0.283	0.018*	.210
	Plomo sangre adolescencia	-0.495	-0.255	0.284	0.090	
Talla	Escolaridad adolescente	0.0072	0.148	0.007	0.308	.310
	Flúor ajustado	-0.0589	-0.427	0.020	0.006*	
	Plomo en tibia	-0.0073	-0.340	0.003	0.021*	
Índice de masa corporal	Escolaridad en años	0.541	0.248	0.330	0.109	.206
	Flúor ajustado	-1.995	-0.323	0.933	0.039*	

* $p < 0.05$

EE= Error Estándar.

Por cada año en la escolaridad del adolescente incrementado, el volumen corpuscular medio (VCM) aumenta en un 0.7 fL. Por cada unidad de flúor en orina incrementado, la talla del adolescente está disminuida en 0.05 m, es decir, 5 cm; además por cada microgramo de plomo en sangre aumentado, la talla se ve disminuida en 0.007 m, es decir, 0.7 cm. En el caso del índice de masa corporal (IMC) por cada miligramo de flúor en orina incrementado, el IMC disminuye 1.9 puntos. A partir de estos resultados, es de sorprender que los factores de exposición a agentes contaminantes (plomo y flúor) tengan más influencia en el estado nutricional, que otros factores individuales y familiares. Sin embargo, los factores asociados no explican más del 31% del estado nutricional actual del adolescente.

A pesar de que los diferentes índices que conforman el coeficiente intelectual total (CIT) están altamente asociados entre ellos, encontramos diferentes factores que explican estos (tabla 23). Por cada 1 fL incrementado en las concentraciones del VCM, 0.97 puntos incrementa el CIT; y por cada año en la escolaridad del padre incrementado, 1.08 puntos y 1.40 puntos en el CIT y el índice de organización perceptual/índice de razonamiento perceptual (IOP/IRP) aumentan respectivamente. El índice de comprensión verbal (ICV) e IOP/IRP fueron asociados a un incremento de 2.76 y 3.46 puntos respectivamente, por cada año de incremento en la escolaridad del adolescente. Por cada número de residente incrementado en la vivienda y cada hora de sueño incrementada; ambas fueron asociadas a una disminución de 2.38 y 5.46 puntos en el ICV e índice de velocidad de procesamiento (IVP) respectivamente. Los adolescentes con familia biparental obtuvieron mayores puntuaciones en el IVP, en comparación con los adolescentes de familias monoparentales.

En relación a la exposición de agentes contaminantes sólo el plomo estuvo constituido como un factor de riesgo para el estado cognitivo. Por cada incremento de 1 microgramo de plomo en la tibia y 1 microgramo de plomo en sangre durante la infancia; el IOP/IRP e IVP presentan una disminución de 1.21 y 1.11 puntos respectivamente. Ver tabla 23.

Tabla 23. Análisis multivariado del estado cognitivo en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Variable dependiente	Variable independiente	Coeficiente(β)	Coeficiente (β)	EE	Valor P	R2
		No estandarizado	Estandarizado			
Coeficiente Intelectual Total	Volúmen corpuscular medio	0.97	0.30	0.48	0.05*	.340
	Escolaridad del padre	1.08	0.36	0.44	0.02*	
	Plomo en rótula	-0.40	-0.26	0.22	0.08	
Índice de Comprensión Verbal	Escolaridad adolescente	2.76	0.45	0.78	0.001*	.420
	Número de residentes	-2.38	-0.35	0.85	0.009*	
	Plomo sangre adolescencia	-0.88	-0.14	0.78	0.26	
Índice de Organización Perceptual/Razonamiento Perceptual**	Escolaridad adolescente	3.46	0.44	1.11	0.004*	.380
	Escolaridad del padre	1.40	0.36	0.55	0.01*	
	Plomo en tibia	-1.21	-0.30	0.58	0.04*	
Índice de Memoria de Trabajo	Escolaridad de la madre	1.08	0.27	0.62	0.09	.170
	Sueño	-2.33	-0.29	1.24	0.06	
	Plomo en rótula	-0.35	-0.22	0.24	0.15	
Índice de Velocidad de Procesamiento	Sueño	-5.46	-0.45	1.76	0.004*	.360
	Tipo de familia	-17.84	-0.43	6.22	0.007*	
	Plomo sangre infancia	-1.11	-0.37	0.45	0.02*	

* $p < 0.05$

**Índice de Organización Perceptual en caso de WISC-IV, e Índice de Razonamiento Perceptual en caso de WAIS-III.

EE= Error Estándar

En la tabla 24, puede apreciarse los resultados del análisis multivariado de la salud mental y rendimiento escolar; como variables del estado de salud del adolescente. Así mismo, se encuentran las variables que constituyeron el rubro de conductas de riesgo para la salud. Cabe mencionar que el uso/abuso de sustancias no fue considerado en el análisis, porque no fue posible su construcción debido a que se encontró una sola variable con asociación estadísticamente significativa.

La salud mental de riesgo está disminuida por un factor de 0.08 por ser hombre, y está incrementada por un factor de 8.90 por estar en una familia monoparental. La falta de ejercicio incrementa el riesgo en el rendimiento escolar 10.78 veces

En relación a las conductas de riesgo para la salud, puede observarse en la misma tabla 24, que la probabilidad de que un adolescente de esta muestra presente

agresión/delincuencia, está disminuido por un factor de 0.18 por vivir en un apartamento. Sin embargo, los adolescentes con interés laboral de riesgo tienen un factor mayor 3.81 veces de tener agresión/delincuencia en comparación con los que tienen interés laboral sin riesgo (significancia marginal).

Para el consumo riesgoso y dañino de alcohol, la probabilidad está disminuida por un factor de 0.08 por no hacer ejercicio; y está incrementada por un factor de 7.17 por tener antecedentes familiares de uso/abuso de sustancias.

Por último, la presencia de consumo de tabaco está aumentada por un factor de 12.79 por el hecho de ser hombre. Así mismo, está disminuida por un factor de 0.06 en los adolescentes que no cuentan con derechohabiencia.

Tabla 24. Análisis multivariado del estado de salud mental, rendimiento escolar y conductas de riesgo para la salud en población adolescente expuesta crónicamente a plomo, arsénico y flúor. San Luis Potosí, México 2007.

Variable dependiente	Variable independiente	(β)	ES	P	OR	IC 95%	
						Inferior	Superior
Salud Mental	Sexo	-2.49	0.93	0.007*	0.08	0.01	0.50
	Tipo de familia	2.18	1.04	0.03*	8.90	1.15	69.01
	Plomo en rótula	0.50	0.80	0.53	1.65	0.34	8.04
Rendimiento Escolar	Tipo de familia	1.59	1.01	0.11	4.93	0.67	36.00
	Ejercicio	2.37	0.87	0.006*	10.78	1.95	59.38
	Plomo en tibia	1.36	0.82	0.09	3.92	0.78	19.69
Agresión Delincuencia	Tipo de vivienda	-1.69	0.74	0.02*	0.18	0.04	0.79
	Interés Laboral	1.33	0.75	0.07	3.81	0.87	16.65
	Plomo en tibia	-0.38	0.73	0.60	0.68	0.16	2.90
Consumo riesgoso y dañino de Alcohol	Ejercicio	-2.44	0.90	0.007*	0.08	0.01	0.50
	Antecedentes familiares uso/abuso	1.97	1.02	0.05*	7.17	0.95	53.8
	Plomo en rótula	1.11	0.90	0.21	3.05	0.52	17.90
Consumo de tabaco	Sexo	2.54	1.04	.015*	12.79	1.65	99.08
	Sueño	1.56	1.03	.128	4.79	0.63	36.05
	Derechohabiencia	-2.70	1.30	.038*	0.06	.005	0.85

*p<0.05

VII. DISCUSION

La presente investigación permitió a través de una evaluación integral de una muestra piloto, la identificación de factores de riesgo y de protección asociados con el estado de salud y conductas de riesgo para la salud en adolescentes con exposición crónica a plomo, arsénico y flúor.

En primer lugar fue posible caracterizar los factores individuales en la población adolescente, predominando: el género femenino, estar en la adolescencia tardía y ser estudiantes de nivel bachillerato y licenciatura. El 100% está soltero, más del 50% no realiza ejercicio y el 67.5% tiene un patrón de sueño adecuado de entre 7 y 9 horas.

Dentro de los factores familiares se encontró que más del 50% tiene antecedentes en su familia de uso/abuso de sustancias, el 75% vive con familias biparentales, el 70% de las madres cuenta con escolaridad básica o menos y el 50% en el caso de los padres. Un 25% tiene relaciones familiares ausentes de líneas de comunicación directa, comprensión y apoyo que promuevan el desarrollo del adolescente.

En relación a los factores sociales, el 57% de la población muestral tiene seguridad social, el 37.5% vive en departamento ó duplex; y más del 50% tiene relaciones con amigos que presentan conductas desviadas tendientes a la agresión física y/o verbal, consumo de alcohol, tabaco y/o drogas ilegales. Así mismo, un 50% tiene interés laboral de riesgo, es decir, el adolescente tiene relación con la actividad laboral caracterizada porque ésta última promueve una pérdida del contacto social del adolescente como estudiante, desempeño escolar limitado, incumplimiento e irresponsabilidad en sus actividades tanto laborales como escolares. Esta proporción es mayor a la reportada por Mariño et al., (1999) utilizando el mismo instrumento, donde el 16.1% y 10.7% de los hombres y mujeres respectivamente, presentaron interés laboral de riesgo⁷⁷.

En cuanto a los factores de exposición a agentes contaminantes, como se esperaba se observó una disminución de la proporción de individuos con concentraciones de plomo en sangre mayores a 10 µg/dL, pasando de 66.7% en la infancia a 5% en la adolescencia;

sin embargo, un 55% de estos jóvenes tiene concentraciones de plomo en sangre mayores a 5 µg/dL. El 5% de la población muestral tuvo concentraciones de plomo en tibia (2.5%) y rótula (2.5%) por encima del valor de referencia del Centro de Investigación y Educación Hospital ABC-BRIMEX. Lo antes, mencionado probablemente se deba en primera instancia, a los cambios de hábitos de recreación que tiene un niño en comparación a un adolescente; a las intervenciones iniciadas en el sitio desde 1990 (pavimentación de calles, en algunas áreas fue removido el suelo contaminado, y los dispositivos de control introducidos por la fundidora para el control de las emisiones). Así mismo, se ha estado implementado un Programa de Vigilancia y Comunicación de Riesgo por parte del Laboratorio de Toxicología Ambiental de la Facultad de Medicina de la UASLP. Cabe mencionar que si comparamos las concentraciones de plomo en tibia de esta población con las reportadas por Farias et al., 1998, en un grupo de adolescentes (11 a 21 años de edad) que viven en la ciudad de México; los adolescentes de nuestra muestra tienen concentraciones menores, ya que tuvieron una media de 1.05 µg Pb/g hueso mineral (<1-15.47 µg Pb/g), y ellos reportan una media de 4.8 µg Pb/g hueso mineral (<1-44.82 µg Pb/g)⁷⁸. Sin embargo, hay que tomar con reserva estas cifras, ya que existe una diferencia de 10 años entre cada estudio, además en el estudio de Farías et al., la principal fuente de contaminación fue la exposición al tráfico vehicular y consumo de alimentos preparados en loza vidriada.

Dentro del estado de salud del adolescente, específicamente el estado nutricional, se encontró que el 20% de la población tiene problemas de sobrepeso y obesidad; este porcentaje es menor a la prevalencia nacional reportada por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANut 2006), en el grupo de 12 a 19 años de edad, donde el 32.5% de las mujeres y el 31.2% de los hombres tuvieron una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad; específicamente en San Luis Potosí, la prevalencia fue del 23.6% y 26.1% para mujeres y hombres respectivamente, en este mismo grupo de edad⁷⁹.

El 7.5% de la población en nuestro estudio tuvo deficiencia de hierro si se toma en consideración el VCM. Este porcentaje es menor que la prevalencia nacional reportada por ENSANut 2006 que fue del 11.5% y para San Luis Potosí fue del 10.4%.

En relación a los factores asociados al estado nutricional, se encontró como factor protector la escolaridad del adolescente ($\beta=0.700$), y como factores de riesgo fueron el plomo en tibia ($\beta=-0.007$) y flúor en orina ($\beta=-0.058$), ambos para la talla. Y por último, solo el flúor en orina estuvo asociado al índice de masa corporal ($\beta=-1.995$). A pesar de que existen evidencias de que el flúor afecta la actividad de las células óseas, principalmente los osteoblastos, no existe evidencia en la literatura acerca de los efectos del flúor en el crecimiento óseo, que esté relacionado con indicadores antropométricos como la talla⁸⁰. Sin embargo, en el caso del plomo, existen evidencias que su presencia en el hueso causa efectos en las células óseas, alterando el desarrollo y la regulación de la masa ósea, teniendo como efecto alteraciones en la talla^{81, 82}.

En el estado cognitivo se encontró en la muestra poblacional una prevalencia de 5.3%, 31.5%, 26.4%, 34.2% y 2.6%; para las categorías de extremadamente bajo, limítrofe, promedio bajo, promedio y superior, del coeficiente intelectual total. En cambio, los porcentajes reportados en población mexicana para estas mismas categorías fueron de 1.9%, 6.5%, 14.8%, 50.3% y 8.3% respectivamente, de acuerdo a la escala Wechsler de inteligencia. Los factores protectores asociados al estado cognitivo fueron el VCM, la escolaridad del adolescente y la escolaridad del padre. Cabe mencionar que el VCM a pesar de que esta contemplada como variable dependiente, se incluyó en el análisis multivariado, debido a que la relación del estado nutricional con el estado cognitivo, es un factor demostrado que tiene fuerte influencia en éste. Los factores de riesgo asociados al estado cognitivo fueron: aumento en el número de residentes, aumento en las horas de sueño, tener familia monoparental, plomo en sangre de la infancia y plomo en tibia. Estudios como los de Lanphear et al., (2000 y 2005)^{83, 84}; así como el de Jin-Young et al⁸⁵., han reportado asociación entre las concentraciones de plomo en sangre y alteraciones cognitivas.

Un estudio previo en la comunidad de Morales⁸⁶, reportó una asociación estadísticamente significativa entre el plomo en sangre y el factor secuencial, un indicador de atención en 41 niños; y en el presente estudio se encontró que las concentraciones de plomo en sangre durante la infancia, así como el plomo en tibia afectan el estado cognitivo actual del adolescente.

A pesar de que hay reportes de la asociación de la exposición a flúor y el estado cognitivo^{87, 88, 89, 90, 91,} en nuestro estudio no encontramos tal asociación.

Es difícil comparar nuestros resultados con otros estudios, porque existen diferencias entre las edades de los participantes, instrumentos usados, concentraciones de contaminantes (plomo, arsénico y flúor), además del tamaño de muestra. Sin embargo, otros estudios han encontrado asociación entre la exposición a plomo con conductas agresivas, la salud mental y el desempeño escolar^{92, 93, 94, 95.}

A pesar de que el estado cognitivo está relacionado en cómo se produce el comportamiento y no cómo ocurre (aspectos afectivos y conativos), ha sido demostrado que los adolescentes resilientes tienen un mayor CI⁹⁶. La falta de sueño ha sido negativamente asociada con las funciones cognitivas, tales como la atención, memoria de trabajo y funciones ejecutivas⁹⁷; en nuestros resultados, las horas de sueño estuvieron asociadas a 5.46 puntos de decremento en el IVP.

Continuando con el estado de salud del adolescente, un 50% de la muestra tuvo salud mental de riesgo, la cual estuvo asociada al género y tipo de familia; el ser hombre fue un factor protector y tener familia monoparental fue un factor de riesgo. En contraste con otros estudios, el adolescente del sexo masculino muestra mayor riesgo de presentar delincuencia y exposición a actos violentos^{98,99}.

Ser estudiante es un factor protector porque la escuela es un contexto importante, el cual provee de experiencias para la construcción de actitudes y aptitudes positivas¹⁰⁰. Aunado a ello, la educación del adolescente es un predictor del estatus económico que tendrá como adulto. Sin embargo, la realidad en México es que el 15.5% de los adolescentes entre 10 y 17 años de edad no asisten a la escuela; y un 52% de este grupo reporta no tener aptitud ni interés en la escuela¹⁰¹. Autores como Tagle¹⁰², Nouvilas¹⁰³ y Grinder¹⁰⁴ señalan que el recinto escolar es un marco de referencia donde se proveen experiencias formadoras de actitudes. Por lo tanto el ser estudiante de tiempo completo es un factor determinante en el desarrollo del adolescente, siempre y cuando que este marco de referencia sea contenedor, es decir que fije límites pero que a su vez permita la negociación con el adolescente. En nuestra muestra de estudio se encontró que un 70%

de los adolescentes son estudiantes de tiempo completo, y de la totalidad de la muestra, más de un 50% de la población tuvo rendimiento escolar de riesgo.

Un estudio en México encontró una asociación entre la exposición a plomo y desempeño escolar¹⁰⁵, y en nuestros resultados no encontramos relación entre el rendimiento escolar y la exposición a agentes contaminantes. La actividad física ha sido positivamente relacionada con la satisfacción y logro escolar¹⁰⁶, dato que concuerda con nuestros resultados, ya que el no hacer ejercicio fue un factor de riesgo para el rendimiento escolar (OR=10.78).

En relación a las conductas de riesgo para la salud, más de la mitad de la muestra presenta agresión/delincuencia, el 30% tiene trastornos por consumo de alcohol, y el 25% consume tabaco actualmente; sin embargo, hay otro 27.5% que ha probado el tabaco alguna vez en su vida. Además, un 17.5% presenta uso/abuso de sustancias de acuerdo al instrumento POSIT. La muestra del presente estudio muestra una mayor prevalencia de trastornos por consumo de alcohol, en comparación con lo reportado por Díaz et al., (2008), utilizando el mismo instrumento (AUDIT); ellos reportan en estudiantes universitarios de 17 a 19 años de edad una prevalencia del 16.8%¹⁰⁷. Por otra parte, también la muestra poblacional del presente estudio muestra mayores prevalencias para consumo de tabaco y haber probado alguna vez tabaco, en comparación con lo reportado por la Encuesta Nacional de Adicciones 2008, que fue de un 8.8% y 14.9% respectivamente¹⁰⁸.

Dentro de los factores asociados a las conductas de riesgo para la salud, se encontró que vivir en un departamento ó duplex fue un factor protector (OR=0.18) para la presencia de agresión/delincuencia; probablemente en este contexto, debido a la violencia existente en esta zona, el vivir en un departamento genere mayor seguridad, aminorando la exposición a actos delictivos y delincuenciales. Para la presencia de un consumo riesgoso y dañino de alcohol se encontró que el tener una familia con antecedentes de uso/abuso de sustancias incrementa su presencia (OR=7.17), estos resultados coinciden con estudios como el de Florenzano¹⁰⁹ donde señala que la familia disfuncional es un factor de riesgo en el uso de sustancias en el adolescente y sobre todo si los padres son consumidores de estas sustancias. Así mismo, Medina et al.,¹¹⁰ reportan que un factor de riesgo importante

para el abuso de alcohol y drogas ilegales es tener familia monoparental. Además el riesgo incrementa cuando alguien de la familia es consumidor.

La composición familiar se ha asociado también con el consumo de drogas, en un estudio efectuado por el DIF y la UNICEF en 100 ciudades, se determinó que el índice de uso era menor entre los adolescentes que vivían en familias intactas, es decir, que sus padres integraban su primer matrimonio y que se incrementaba cuando se trataba de familias uniparentales (con un solo padre), cuando había sido reconstruida ésta, cuando el menor había formado su propia familia en la calle y alcanzaba su máxima expresión en el caso de los menores que no vivían en familia¹¹¹.

Estos datos concuerdan con los de Zavaschi¹¹², donde señala por un lado, que los adolescentes con familias intactas informaron menos consumo de alcohol que los de familias de hogares uniparentales, pero sobre todo, fue mayor el consumo en adolescentes que tenían padrastro. Así mismo, existe una correlación significativamente positiva entre el uso de sustancias del joven y la armonía entre los padres.

En un estudio realizado en Chile encontraron que el consumo de sustancias en el adolescente es influido por los pares, donde se observó que cuando ni los compañeros ni los amigos consumen, sólo un 4.8% de los adolescentes lo hacen. Contrariamente cuando consumen los compañeros o los amigos, un 14.3% de los jóvenes consumen; y por último si lo hacen tanto los compañeros como los amigos un 31.5% de los adolescentes lo consumen. Lo cual demuestra claramente cómo influyen los pares en el consumo de sustancias en los adolescentes¹¹³. Sin embargo, en el presente estudio no se encontró relación alguna entre las relaciones de amigos y el consumo de sustancias ya sea legal o ilegal.

Un factor protector encontrado para la presencia de un consumo riesgoso y dañino de alcohol es la falta de ejercicio (OR=0.08), posiblemente este hecho se deba a que los tiempos y espacios para realizar ejercicio, como el desarrollo de partidos en equipo, propicie el consumo de alcohol como motivo de celebración por el triunfo logrado o incluso en caso de perder. Sin embargo, como se describió con anterioridad en esta misma sección el hacer ejercicio fue un factor protector para el rendimiento escolar; esto es un

claro ejemplo de que un factor protector puede ser funcional para un proceso de riesgo pero no para otro.

El ser hombre fue un factor de riesgo ($OR=12.79$) para el consumo de tabaco en los adolescentes de este estudio. Lo anterior coincide con lo reportado en la Encuesta Nacional de Adicciones 2008¹¹⁴, donde el 48.8% de los encuestados (27 millones de mexicanos) eran hombres que habían probado alguna vez en su vida el cigarrillo, comparado con un 23.4% de las mujeres.

Por último, el no tener seguridad social fue un factor protector para el consumo de tabaco ($OR=0.06$), por lo que podemos deducir que no existe diferencia entre aquellos adolescentes que tienen acceso a un servicio de salud gratuito de aquellos que no lo tienen en relación a la prevención de adicciones, como este es el caso.

VIII. LIMITANTES

Los resultados obtenidos en la presente investigación deben ser interpretados cautelosamente debido a varias limitaciones del estudio que a continuación se mencionan.

- i) Debido al tamaño de muestra no fue posible realizar un análisis factorial, de tal forma, que se pudieran analizar las interrelaciones entre todas las variables estudiadas y explicar estas variables en términos de dimensiones subyacentes comunes.
- ii) El número de la muestra obtenida fue limitado debido a que los adolescentes que aún se encontraban en la zona, por un lado, no cumplían con los criterios de inclusión, o simplemente no querían participar en el estudio.
- iii) La heterogeneidad de la muestra en los antecedentes de evaluaciones cognitivas, neurológicas y dermatológicas. No todos los participantes contaban con la misma información, por lo tanto, no fue posible comparar la situación anterior y actual de salud.
- iv) La falta de control de calidad para la determinación de concentraciones de arsénico en orina actuales.
- v) Fallas en el diseño metodológico, debido a que no se incluyó la evaluación de factores conativos de la población adolescente estudiada.
- vi) Falta de fortalecimiento del trabajo por parte de otras instituciones a través de estancias doctorales.

IX. CONCLUSIONES

En vista de que por cada 5 habitantes en el mundo y en México, son adolescentes; el desarrollo saludable en este grupo es clave para el progreso de las naciones. Por tal razón, es necesario primeramente, asegurar una infancia saludable, y después de ello, crear oportunidades para apoyar el contexto del adolescente, principalmente a través de la familia, los pares e instituciones sociales. Además hay muchos sitios en el mundo, y México no es la excepción, donde la exposición a contaminantes ambientales continúa siendo un problema de salud pública.

La investigación para evaluar los mecanismos de riesgo y de protección, además de la carga total de vulnerabilidad del adolescente es compleja, pero necesaria, la cual debe incluir la exposición a agentes contaminantes. Usualmente la investigación es enfocada a un solo problema o factor de riesgo, concluyendo con generalizaciones simples y por ende, simples soluciones. Además, existen diferencias entre las preocupaciones que tienen los adolescentes en comparación con las preocupaciones que tienen los adultos acerca de la salud del adolescente. Es necesario, conocer además de otros procesos, tales como las competencias que tiene el adolescente para identificar riesgos.

El próximo reto es dar seguimiento a este estudio, a través de la investigación de procesos protectores específicos que operan en esta zona, y entonces fomentar estos mecanismos también como procesos resilientes mediante la implementación de un Programa Integral de Intervención que incluya:

- i) Promocionar estilos de vida saludable en la alimentación, patrón de sueño y ejercicio.
- ii) Mejorar la cohesión de la familia, la educación de los padres y la conexión entre la escuela y el logro escolar en el adolescente.
- iii) Enfatizar el trabajo con el grupo de mujeres adolescentes para fomentar la salud mental.

- iv) Enfatizar el trabajo con el grupo de hombres adolescentes para combatir las adicciones.
- v) Investigar y crear mecanismos de protección para el 60% de los adolescentes que tiene antecedentes familiares de uso/abuso de sustancias, transformándolos a factores resilientes, y
- vi) Continuar con el Programa de Vigilancia y de Comunicación de Riesgo en la zona de estudio, especialmente en los niños, porque en un corto plazo llegarán a ser adolescentes.

La implementación de programas integrales permitirá coadyuvar en la formación de jóvenes que tengan la capacidad de recobrar y mantener conductas adaptativas a través de la creación de oportunidades que los adolescentes puedan encontrar como alternativas a las conductas de riesgo. Si no se resuelven los problemas actuales en esta población, las adversidades en la vida adulta representarán una continuación de sus problemas físicos y psicosociales; y esos problemas pueden crear un rango de experiencias de riesgo que generarán otros resultados negativos.

Por último, se propone desarrollar la línea de trabajo en salud ambiental adolescente que contemple:

- La inclusión de los contaminantes ambientales como un factor de riesgo más en el desarrollo de los adolescentes.
- Investigar mecanismos de riesgo y protección.
- Considerar las preocupaciones del adolescente hacia su salud, ya que difieren de las que tienen los adultos respecto al adolescente.
- Incluir la evaluación de habilidades de adaptación en áreas de funcionamiento.
- Investigar sobre estrategias de intervención multidisciplinaria en pequeñas muestras, que sean costo-efectivas y en diferentes escenarios de intervención

(hogar, escuela, centros de salud, sitio de trabajo, la calle, organizaciones comunitarias, medios de comunicación y sistemas legislativos y políticos).

Es esencial el trabajo conjunto a través de la multidisciplinariedad, de tal forma que la información generada se traduzca en programas, los cuales sean implementados y evaluados, además de ser diseminados sus hallazgos. Aceptar el reto, significa trabajar con muestras pequeñas y simultáneamente considerar todos los posibles factores que están interviniendo en la salud y desarrollo de los adolescentes. Sin embargo, no hay que olvidar que las intervenciones no solo conciernen a los adolescentes y sus familias, sino también involucran políticas públicas.

IX. BIBLIOGRAFIA REFERIDA

¹ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. [en línea] [19 octubre de 2006]. URL disponible en: www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mpob49&c=3226

² Grau M. Psiquiatría y Psicología de la infancia y adolescencia. Argentina: Médica Panamericana; 2000.

³ Dulanto Gutiérrez E. El adolescente. México: Mc Graw Hill – Interamericana; 2000.

⁴ Ibídem,

⁵ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. [en línea] [5 enero de 2011]. URL disponible en: <http://www.inegi.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/continuas/vitales/BD/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>

⁶ Meheus A. Risk of hepatitis B in adolescence and young adulthood. Vaccine 13: S31-S34 (1995).

⁷ Van Kruiningen H, Ganley L, Freda B. The role of Peyer's patches in the age-related incidence of Crohn's disease. J Clin Gastroenterol 25: 470-475 (1997).

⁸ Martin A, Campbell D, Gluyas P, Coates J, Ruffin R, Roder D, Latimer K, Luke C, Frith P, Yellowless P. et al. Characteristics of near fatal asthma in childhood. Pediatr Pulmonol 20: 1-8 (1995).

⁹ Stice E, Killen J, Hayward C, Taylor C. Age on onset for binge eating and purging during late adolescence; a 4 year survival analysis. J Abnorm Psychol 107: 671-675 (1998).

¹⁰ Dahl R. The development and disorders of sleep. Adv Pediatr 45: 73-90 (1998).

¹¹ Golub Mari S. Adolescent Health and the Environment. Environ Health Perspect 108: 355-362 (2000).

¹² Servicios de Salud del Estado de San Luis Potosí. Departamento de Estadística. 2009.

¹³ Tagle S. La resiliencia: ¿es la base de la prevención en salud mental?. En Grau Martínez y Menenghelo. Psiquiatría y Psicología de la infancia y adolescencia. Argentina: Médica Panamericana; 2000. p. 26-34.

¹⁴ Munist M, Santos H, Kotliarenco MA, Suárez E, Infante F, Grotberg E. Manual de identificación y promoción de la resiliencia en niños y adolescentes. Organización Panamericana de la Salud. 1998.

¹⁵ Op cit, 13.

¹⁶ Hannon W, Hill RJ, Bernert JJ, Haddock L, Lebron G, Cordero J. Premature thelarche in Puerto Rico: a search for environmental estrogenic contamination. Arch Environ Contam Toxicol 16: 255-262 (1987).

-
- ¹⁷ Herman-Giddens M, Slora E, Wasserman R, Bourdony C, Bhapkar M, Koch G, Haserneier C. Secondary sexual characteristics and menses in young girls seen in office practice: a study from the Pediatric Research in Office Settings network. *Pediatrics* 99: 505-512 (1997).
- ¹⁸ Newcombe M, Dubas JS, Baenninger M. Associations of timing of puberty, spatial ability, and laterization in adult women. *Child Dev* 60: 246-254 (1989).
- ¹⁹ Nisbet JD, Illesley R. Influence of early puberth on test performance at age 11. *Br J Educ Psychol* 33: 169-176 (1963).
- ²⁰ Saugstad L. Age at puberty and mental illness. Towards a neurodevelopmental aetiology of Kraepelin's endogenous psychoses. *Br J Psychiatry* 155: 536-544 (1989).
- ²¹ Keshavan M, Anderson S, Pettegrew J. Is schizophrenia due to excessive synaptic pruning in the prefrontal cortex? The Feinberg hypothesis revisited. *J Psychiatr Res* 28: 239-265 (1994).
- ²² Weinberger D. Implications of normal brain development for the pathogenesis of schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry* 44: 660-669 (1987)
- ²³ Martin A, Bailey D, McKay H, Whiting S. Bone mineral and calcium accretion during puberty. *Am J Clin Nutri* 66: 611-615 (1997).
- ²⁴ Howard Hu. Revisión de los efectos de la exposición a plomo sobre la salud. En: Intoxicación por plomo en México: Prevención y Control. Tomo 21. Perspectivas en Salud Pública. 1ª ed. Instituto Nacional de Salud Pública, 1995.
- ²⁵ Hudspeth WJ, Pribram KH. Stages of brain and cognitive maturation. *J Educ Psychol* 82: 881-884 (1990).
- ²⁶ Mackay Judith, Eriksen Michael, Shafey Omar. *The Tobacco Atlas*, 2nd Edition. World Health Organization, 2002.
- ²⁷ Servicios de Salud del Estado de San Luis Potosí. Departamento de Salud Mental y Adicciones. 2006.
- ²⁸ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Estadísticas del Sector Salud y Seguridad Social. Cuaderno 16 y 17. México; 2000. p. 53-55, 134-136.
- ²⁹ Archivo y Estadística del Instituto Temazcalli. Departamento de Trabajo Social. 2006.
- ³⁰ Sistema de Vigilancia Epidemiológica de las Adicciones SISVEA. Informe 2007. Secretaría de Salud
- ³¹ Sepúlveda J. Adolescencia y delincuencia. En Grau Martínez y Menenghelo. *Psiquiatría y Psicología de la infancia y adolescencia*. Argentina: Médica Panamericana; 2000. p. 676-689.
- ³² Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Rivera-Dommarco JA. Resultados de Nutrición de la ENSANUT 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2007.
- ³³ Needleman Herbert. *Low Level Lead Exposure : The Clinical Implications of Current Research*. Raven Press; New York: 1980.

-
- ³⁴ *Ibidem*,
- ³⁵ Needleman HL, Riess JA, Tobin MJ, Biesecker GE, Greenhouse JB. Bone Lead Levels and Delinquent Behavior. *JAMA* 275: 363-369 (1996).
- ³⁶ The Lead Effect?. *Environmental Health Perspectives* 110:10 (2002).
- ³⁷ Dietrich KN et al. Early exposure to lead and juvenile delinquency. *Neurotoxicol Teratol* Nov-Dec; 23 (6): 511-8. (2001).
- ³⁸ Stretesky Paul B, Lynch Michael J. The Relationship Between Lead Exposure and Homicide. *Arch Pediatr Adolesc Med*; 155: 579-582 (2001).
- ³⁹ Wu T, Buck GM, Mendola P. Blood Lead Levels and Sexual Maturation in U.S. Girls: The Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Environ Health Perspect*; 111 (5): 737-741 (2003).
- ⁴⁰ Lanphear et al., Low-Level Environmental Lead Exposure and Children's Intellectual Function: An International Pooled Analysis. *Environ Health Perspect* 113: 894-899 (2005).
- ⁴¹ Wright John Paul, Dietrich KN, Ris MD, Hornung RW, Wessel SD, Lanphear BP, Ho M, Rae MN. Association of Prenatal and Childhood Blood Lead Concentrations with Criminal Arrest in Early Adulthood. *PLoS Medicine* 5(5): e101.doi:1371/journal.pmed.0050101 (2008).
- ⁴² Lanphear BP, Dietrich K, Auinger P, Cox C. Cognitive deficits associated with blood lead levels < 10 µg/dl in US children and adolescents. *Public Health Rep* 115:521-529 (2000).
- ⁴³ Jin-Young Min, Kyoung-Bok Min, Sung-II Cho, Rokho Kim, Joon Sakong, Domyung Paek. Neurobehavioral function in children with low blood lead concentrations. *NeuroToxicology* 28: 421-525 (2007).
- ⁴⁴ Tchernitchin A. Imprinting of paths of heterodifferentiation by prenatal or neonatal exposure to hormones, pharmaceuticals, pollutants and other agents or conditions. *Med. Sci. Res.* 20: 391-397 (1992).
- ⁴⁵ Calderón J, Navarro ME, Jiménez-Capdeville ME, Santos-Díaz MA, Golden A, et al. Exposure to arsenic and Lead and neuropsychological development in mexican children, *Environmental Research section A* 85, 69-75 (2001a).
- ⁴⁶ Tsai SY, Chou HY, The HW, Chen CM, Chen CJ. The effects of chronic arsenic exposure from drinking water on the neurobehavioral development in adolescence, *Neurotoxicology* 24:747-753 (2003).
- ⁴⁷ Committee on Fluoride in Drinking Water, National Research Council. Fluoride in drinking water. A scientific review of EPA'S Standards. 2006. pp 530.
- ⁴⁸ Li X.S, Zhi JL, Gao RO. 1995. Effect of fluoride exposure on intelligence in children. *Fluoride* 28(4):189-192 (1995).
- ⁴⁹ Zhao LB, Liang GH, Zhang DN, Wu XR. Effect of a high fluoride water supply on children's intelligence. *Fluoride* 29(4):190-192 (1996).

-
- ⁵⁰ Xiang Q, Liang Y, Chen C, Wang B, Chen X, et al. Effect of fluoride in drinking water on children's intelligence. *Fluoride* 36(2):84-94 (2003).
- ⁵¹ Lu Y, Sun ZR, Wu X, Wang W, Liu Lu, et al. Effect of high-fluoride water on intelligence in children. *Fluoride* 33(2):74-78 (2000).
- ⁵² Calderon J, Machado B, Navarro ME, Carrizales L, Díaz-Barriga F. Influence of fluoride on reaction time and organization visuospatial in children, *Epidemiology* Vol. II, S153 (2001b)
- ⁵³ Blum R. Un modelo conceptual de salud del adolescente. En: Dulanto. *El adolescente*. México: Mc Graw-Hill Interamericana; 2000.
- ⁵⁴ Secretaría de Salud. Programa de Acción: Programa de Atención a la Adolescencia 2001-2006. [en línea] 2001 [9 abril 2004]. URL disponible en: www.salud.gob.mx/estrategia_2/adolescencia
- ⁵⁵ Santos JI. La salud de adolescentes: cambio de paradigma de un enfoque de daños a la salud al de estilos de vida sana. *Salud Pública de México (Mex)*; 45 (1). (2003).
- ⁵⁶ Growing in Confidence. Programming for adolescent health and development. WHO/FCH/CAH/02.13, 2002.
- ⁵⁷ Carrizales L, Torres-Nerio R, Batres L, Calderón J, Leal ME, Díaz-Barriga F. Evaluación del riesgo en salud en la Zona Metalúrgica de Morales, ciudad de San Luis Potosí, México. Primera y Segunda Sección. Unidad de Toxicología Ambiental. Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 2002.
- ⁵⁸ Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *II Censo de población y vivienda 2005*.
- ⁵⁹ Norma Oficial Mexicana NOM-026-SSA1-1993. "Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al plomo (Pb). Valor normado para la concentración de plomo (Pb) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población".
- ⁶⁰ Carrizales L, Torres-Nerio R, Batres L, Calderón J, Leal ME, Díaz-Barriga F. Evaluación del riesgo en salud en la Zona Metalúrgica de Morales, ciudad de San Luis Potosí, México. Primera y Segunda Sección. Unidad de Toxicología Ambiental. Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 2002.
- ⁶¹ *Ibidem*,
- ⁶² Yañez L. Departamento de Toxicología Ambiental, Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Datos no publicados.
- ⁶³ ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), "Toxicological Profile for Lead". U. S. Public Health Service. Atlanta, G. A. (August 2007).
- ⁶⁴ Calderón J, Navarro ME, Jiménez-Capdeville ME, Santos-Díaz MA, Golden A, Rodríguez-Leyva I, Borja-Aburto V, Díaz-Barriga F. Exposure to Arsenic and Lead and Neuropsychological Development in Mexican Children. *Environmental Research* 85 (2): 69-76 (2001).
- ⁶⁵ Leticia Carrizales, Israel Razo, Jesús I. Téllez-Hernández, Rocío Torres-Nerio, Arturo Torres, Lilia E. Batres, Ana-Cristina Cubillas, Fernando Díaz-Barriga. Exposure to arsenic and lead of children living near a cooper-smelter in San Luis Potosí, Mexico: Importance of soil contamination

for exposure of children. Environmental Research 2005. [en línea]. Disponible en: www.elsevier.com/locate/envres

⁶⁶ Díaz-Barriga, F., Pérez-Maldonado, I., Carrizales, L., Trejo, A., Domínguez, M.G., Yañez, L., Yarto, M., Ize, I., 2004. Biomonitoring infantil de STPS en México. Informe al Instituto Nacional de Ecología.

⁶⁷ Op, cit 60.

⁶⁸ Leal ME. Efectos respiratorios en niños con alto riesgo de hiperreactividad bronquial expuestos a bióxido de azufre y partículas suspendidas en la Fracción de Morales, San Luis Potosí, S.L.P." Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Datos no publicados.

⁶⁹ Landín L. Parámetros fisicoquímicos y concentración de flúor y arsénico en el agua de los pozos de la ciudad de San Luis Potosí y zona conurbada. Alternativa de tratamiento: adsorción de flúor y arsénico en la interfase Al_2O_3 activada/solución acuosa. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 2006.

⁷⁰ Blum RW, McNeely C, Nonnemaker J. Vulnerability, Risk and Protection. En Baruch F, Nightingale J, Iannotta, eds. Adolescent risk and vulnerability: Concepts and measurement. Board on Children, Youth, and Families: Institute of Medicine, National Research Council. Washington, DC, National Academy Press, 2001.

⁷¹ Mariño M, González-Forteza C, Andrade P, et al. Validación de un cuestionario para detectar adolescentes con problemas por el uso de drogas. Salud Mental 21:27-36 (1998).

⁷² Mariño M, González-Forteza C, Medina-Mora ME. Detección de adolescentes mexicanos con problemas en siete diferentes áreas de vida. Psicopatología 19:125-128 (1999).

⁷³ Fagerström KO, Schneider NG. Measuring nicotine dependence: A review of the Fagerström Tolerance Questionnaire. Journal of Behavioral Medicine 12:159-181 (1989).

⁷⁴ Babor T, Higgins-Biddle JC, Saunders JB, Monteiro MG. The Alcohol Use Disorders Identification Test. Guidelines for Use in Primary Care. 2nd ed. World Health Organization; 2001.

⁷⁵ Kordas K, Lopez P, Rosado JL, García Vargas G, Alatorre J, et al.,. Blood Lead, Anemia, and Short Stature are independently associated with Cognitive Performance in Mexican school children. J. Nutr 134:363-371 (2004).

⁷⁶ Gibson RS. Principles of Nutritional Assessment. Oxford University Press. New York. 1990. p.691.

⁷⁷ Op cit, 72.

⁷⁸ Farias P, Hu H, Rubenstein E, Meneses-González F, Fishbein E, Palazuelos E et al., Determinants of Bone and Blood Lead Levels among Teenagers Living in Urban Areas with High Lead Exposure. Environ Health Perspec 106;11:733-737 (1998).

⁷⁹ Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Rivera-Dommarco JA. Resultados de Nutrición de la ENSANUT 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2007.

⁸⁰ Committee on Fluoride in Drinking Water, National Research Council. Fluoride in drinking water. A scientific review of EPA'S Standards. 2006. pp 530.

⁸¹ Pounds JG, Long G, Rosen JF. Cellular and Molecular Toxicity of Lead in Bone. *Environmental Health Perspectives* 91: 17-32 (1991).

⁸² Rabinowitz MB. Toxicokinetics of Bone Lead. *Environmental Health Perspectives* 91: 33-37 (1991).

⁸³ Op cit, 42.

⁸⁴ Op cit, 40.

⁸⁵ Op cit, 43.

⁸⁶ Op cit, 64.

⁸⁷ Op cit, 48.

⁸⁸ Op cit, 49.

⁸⁹ Op cit, 50,

⁹⁰ Op cit, 51.

⁹¹ Op cit, 52.

⁹² Op cit, 35.

⁹³ Op cit, 37.

⁹⁴ Op cit, 38.

⁹⁵ Op cit, 41.

⁹⁶ Fergusson DM, Lynskey MT. Adolescent Resiliency to Family Adversity. *J Child Psychol Psychiat* 37(3):281-292 (1996).

⁹⁷ Valdez P, Reilly T, Waterhouse J. Rhythms of Mental Performance. *Mind, Brain, and Education* 2:7-16 (2008).

⁹⁸ Lipsey MW, Derzon JH. Predictors of violent or serious delinquency in adolescence and early adulthood. In: Loeber R, Farrington DP, eds. *Serious and Violent Juvenile Offenders: Risk Factors and Successful Interventions*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications 86-105 (1998).

⁹⁹ Zavaschi ML, Benetti S, Polanczyk G, et al. Adolescents exposed to physical violence in the community: a survey in Brazilian public schools. *Rev Panam Salud Publica* 12(5):327-332 (2002).

¹⁰⁰ Robles F, Rodríguez E, Medina-Mora ME, Villatoro J, Ruiz M, Fleiz C, eds. *Resultados definitivos: Informe ejecutivo*. México, DIF, UNICEF, PNUFID, 1999.

¹⁰¹ Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Resultados del módulo de trabajo infantil 2007. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2007. México, 2008.

¹⁰² Op cit, 13.

¹⁰³ Nouvilas Palleja E. Comportamiento sexual en la adolescencia. En: Calvo Bruzos Socorro. Educación para la salud en la escuela. España: Díaz de Santos; 1992. p. 715-724.

¹⁰⁴ Grinder Robert E. Adolescencia. Limusa; 2001.

¹⁰⁵ Leal-Escalante CR, Baltazar-Reyes MC, Lino-González M, et al. Concentraciones de plomo en sangre y reprobación de escolares en la ciudad de México. Gac Méd Méx 143(5):377-381 (2007).

¹⁰⁶ Kristjánsson AL, Sigfúsdóttir ID, Allegrante JP, et al. Adolescent Health Behavior, Contentment in School, and Academic Achievement. Am J Health Behav 33:69-79 (2009).

¹⁰⁷ Díaz A, Díaz R, Hernández-Avila C, et al. Prevalencia del consumo riesgoso y dañino de alcohol y factores de riesgo en estudiantes universitarios de primer ingreso. Rev Salud Mental 31(4):271-282 (2008).

¹⁰⁸ Oropeza C. et al.,. Encuesta Nacional de Adicciones 2008. Instituto Nacional de Salud Pública, México, 2008.

¹⁰⁹ Florenzano U. Adicciones, consumo de sustancias y factores de riesgo. En Grau Martínez y Menenghello. Psiquiatría y Psicología de la infancia y adolescencia. Argentina: Médica Panamericana; 2000. p. 117-138.

¹¹⁰ Medina-Mora ME, Natera G, Borges G, et al. Del siglo XX al tercer milenio. Las adicciones y la Salud Pública: drogas, alcohol y sociedad. Rev Salud Mental 24(4):3-19 (2001).

¹¹¹ Op cit, 100.

¹¹² Op cit, 99.

¹¹³ Op cit, 109.

¹¹⁴ Oropeza C. et al.,. Encuesta Nacional de Adicciones 2008. Instituto Nacional de Salud Pública, México, 2008.

X. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Cohen RJ, Swerdlik ME. Pruebas y evaluación psicológicas. 4ª ed. Mc Graw-Hill, 2001.
2. Córdoba Palacio Darío. Toxicología. 4ª ed. Manual Moderno, 2001. p. 858.
3. Horrocks J. Psicología de la Adolescencia. México: Trillas, 2001.
4. Organización Panamericana de la Salud. La Salud del adolescente y el joven. En: La salud en las Américas. Publicación científica. OPS/OMS, Washington D.C., 1998; 1: 76-81.
5. Rogan WJ, Chen A. Improving behavior of lead-exposed children: micronutrient supplementation, chelation, or prevention. *Journal of Pediatric*. 2005; 147: 150-151.
6. Schwartz BS, Howard H. Adult Lead Exposure: Time for change. *Environmental Health Perspectives*. 2007; 115 (3).
7. Tusky D, Zhu J. Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos – III. Manual Técnico.
8. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), "Toxicological Profile for Arsenic". U. S. Public Health Service. Atlanta, G. A. (August 2007).