

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina: *Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar*



Asociación Argentina de Médicos
por el Medio Ambiente



Canadian Institute of Child Health
Institut canadien de la santé infantile



Sociedad Argentina
de Pediatría

Por un niño
en un mundo mejor

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

Investigación desarrollada: Daniel Beltramino, Sociedad Argentina de Pediatría (SAP); Linda Longerich, Memorial University of Newfoundland; Shelley Callaghan, Canadian Institute of Child Health (CICH); Lilian Corra, Asociación Argentina de Médicos por el Medio Ambiente (AAMMA); Verónica Monti, Asociación Argentina de Médicos por el Medio Ambiente (AAMMA); Argelia Lenardón, Universidad Nacional de Litoral; Jorge Scanetti, Universidad Nacional de Litoral; Carlos Gonzalez, Universidad Nacional de Misiones; Juan Carlos Bossio, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Dr. Emilio Coni”.

Diseño gráfico:

Blackbird Publications, Communication & Design

Proyecto realizado con el apoyo financiero del Gobierno de Canadá, provisto a través de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI).



Canadian International
Development Agency

Agence canadienne de
développement international

Canada

Para obtener una copia de esta publicación contactar la página web de AAMMA www.aamma.org

Copias electrónicas de “*La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina: Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar*” pueden ser obtenidas en español y en inglés desde:

Asociación Argentina de Médicos por el Medio Ambiente: www.aamma.org

Sociedad Argentina de Pediatría: www.sap.org

Canadian Institute of Child Health:

<http://www.cich.ca/Publications.html>

Copyright © 2007

Los lectores pueden reproducir partes de esta publicación en conferencias, seminarios y otras actividades relacionadas con educación, información y desarrollo de políticas, nombrando la fuente. Se permite su publicación en periódicos, radio y televisión nombrando la fuente.

Impreso en la Argentina

Esta publicación también está disponible en inglés con el título: “Children’s Environmental Health in Argentina: An Epidemiological Examination of Lead Exposure in School Aged Children”

Esta publicación no refleja necesariamente la posición del Ministerio de Salud de la Argentina, las agencias patrocinantes o los individuos que colaboraron en el proceso.

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina: *Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar*



Asociación Argentina de Médicos
por el Medio Ambiente



Canadian Institute of Child Health
Institut canadien de la santé infantile

Sociedad Argentina
de Pediatría



Por un niño sano
en un mundo mejor

Contenido

Reconocimientos	página 5
1.0 Introducción	página 7
2.0 Objetivos	página 11
3.0 Población, material y método	página 11
4.0 Resultados generales	página 14
5.0 Discusión	página 18
6.0 Fortalezas y limitaciones del estudio	página 21
7.0 Conclusiones y recomendaciones	página 21
8.0 Referencias	página 22
9.0 Otros documentos consultados	página 23
Apéndice A: Evaluación de los niveles de plomo en sangre en escolares de la ciudad de Posadas, provincia de Misiones: Estudio Piloto Preliminar	página 24

Reconocimientos

La Asociación Argentina de Médicos por el Medio Ambiente (AAMMA), el Canadian Institute of Child Health (CICH) y la Sociedad Argentina de Pediatría (SAP) quieren agradecer el apoyo recibido del gobierno de Canadá a través de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI-CIDA). Sin este apoyo y compromiso no hubiera sido posible producir “La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina: Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar”.

La Asociación Argentina de Médicos por el Medio Ambiente (AAMMA), el Canadian Institute of Child Health (CICH) y la Sociedad Argentina de Pediatría (SAP) quieren reconocer el arduo trabajo y compromiso de muchas instituciones e individuos que compartieron su experiencia y visión en el desarrollo de este documento,

Instituciones:

- Secretaría Nacional de Determinantes de la Salud y Relaciones Sanitarias, Ministerio de Salud de la Argentina
- Unidad Coordinadora de Salud y Ambiente, Ministerio de Salud de la Argentina
- Unidad de Salud y Ambiente, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Jefatura de Gabinete de la Presidencia de la Argentina
- Dirección Nacional de Salud Materno Infantil, Ministerio de Salud de la Argentina
- Dirección Nacional de Promoción y Protección de la Salud, Ministerio de Salud de la Argentina
- Programa Nacional de Salud Ambiental Infantil, Dirección Nacional de Salud Materno Infantil, Ministerio de Salud de la Argentina
- Unidad Nacional de Sustancias y Productos Químicos, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Jefatura de Gabinete de la Presidencia de la Argentina
- Subcomisión de Salud Infantil y Ambiente de la Sociedad Argentina de Pediatría, Sociedad Argentina de Pediatría
- Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Dr. Emilio Coni”, INER
- “Todos por la Vida”, Zárate
- Municipalidad de Zárate
- Municipalidad de Posadas
- Ministerio de Salud de Canadá (Health Canada)
- Universidad Nacional de Misiones
- Universidad Nacional de Litoral
- University of Ottawa, Canada
- World Health Organization

Individuos:

- María Graciela Acuña, Distrito Escolar de Zárate
- Yue Chen, University of Ottawa
- Osvaldo Cossa, Todos por la Vida, Zárate
- Ernesto De Titto, Ministerio de Salud de la Argentina
- María Angélica Flores, Ministerio de Salud de la Argentina
- Susana García, Ministerio de Salud de la Argentina
- Gines González García, Ministerio de Salud de la Argentina
- Louise Hanvey, Canadian Institute of Child Health
- Pablo Issaly, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable
- Robin Moore-Orr, Canadian Institute of Child Health
- Adela Penna, Ministerio de Salud de la Argentina
- Julia Piñero, Sociedad Argentina de Pediatría
- Atilio Savino, Ministerio de Salud de la Argentina
- Janice Sonnen, Canadian Institute of Child Health
- Ana Speranza, Ministerio de Salud de la Argentina
- Lorenzo González Videla

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

Daniel Beltramino¹, Linda Longerich², Shelley Callaghan³, Lilian Corra⁴, Verónica Monti⁴, Argelia Lenardón⁵, Jorge Scagnetti⁶, Carlos Gonzalez⁶, Juan Carlos Bossio⁷.

¹Sociedad Argentina de Pediatría (SAP), ²Memorial University of Newfoundland, ³Canadian Institute of Child Health (CICH), ⁴Asociación Argentina de Médicos por el Medio Ambiente (AAMMA), ⁵Universidad Nacional de Litoral, ⁶Universidad Nacional de Misiones, ⁷Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Dr. Emilio Coni”.

“La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina: Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar” fue una de las actividades principales desarrolladas durante 2004-2007 como parte del proyecto: “Perfil de la Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina – Perfil SANA”. Fueron actividades de este proyecto una encuesta realizada entre los pediatras miembros de la Sociedad Argentina de Pediatría, dos estudios de caso (uno en el que se evaluó la exposición a plomo en niños en edad escolar y otro en el que se estudió la exposición de niños a plaguicidas) y el desarrollo del libro

“Perfil de la Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina – Perfil SANA”.

El “Perfil de la Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina — Perfil SANA” es un proyecto conjunto coordinado por socios argentinos y canadienses. En la Argentina participaron: el Ministerio de Salud de la Nación, la Sociedad Argentina de Pediatría (SAP), la Asociación Argentina de Médicos por el Medio Ambiente (AAMMA). En Canadá: Health Canada, la University of Ottawa y el Canadian Institute of Child Health (CICH).



1.0 Introducción

1.1 El plomo — antecedentes

El plomo es un tóxico ambiental conocido desde hace miles de años. Se encuentra en depósitos minerales en la naturaleza y representa el 0,002% de la corteza terrestre. Se producen y utilizan millones de toneladas anuales de plomo en el mundo¹ y, debido a la actividad humana, se ha producido un aumento alarmante de la concentración de plomo en el ambiente, especialmente durante la segunda mitad del Siglo XX.

El Plomo, que es muy persistente en el medio, a través del aire, agua y suelo, ha penetrado en la cadena alimenticia contaminando a los seres vivientes.

En adultos y niños el plomo se absorbe por ingestión, inhalación y a través de la piel. En los adultos es absorbido entre el 5–15% del plomo que se ingiere; mientras que en los niños, dependiendo de su edad, la absorción se estima entre el 30–50%. En ambos, alrededor del 40% del plomo inspirado se absorbe en el pulmón y, si bien la absorción cutánea del plomo inorgánico es insignificante, los compuestos orgánicos de plomo son absorbidos completamente a través de la piel.

Una vez dentro del cuerpo, el plomo es transportado por el torrente sanguíneo a distintos órganos y finalmente se deposita en los huesos. La vida media en sangre se estima aproximadamente entre 20 y 40 días. En caso de deficiencia de calcio la absorción de plomo y su fijación al hueso aumenta². El Plomo se excreta en forma muy lenta principalmente por la orina, por eso aún en niveles bajos la exposición crónica conlleva a la acumulación de plomo en huesos y dientes donde la vida media es de 25 años. Sin embargo, durante el embarazo y la lactancia, los compartimientos óseos de la madre, aparentemente inertes, se pueden convertir en activos y entrar nuevamente en circulación.

Los niños son especialmente vulnerables al plomo durante su estancia en el útero materno ya

que este metal cruza a través de la placenta y puede dañar el sistema nervioso central del feto.

Durante los primeros 6 años de vida posnatal, los niños están muy expuestos al plomo debido a las características de su fisiología, biología y patrones de conducta entre los que se deben mencionar la exploración del medio durante la etapa oral (manoboca), el hábito de pica y el contacto frecuente con el suelo. Además de la capacidad de absorción aumentada (absorben 4 a 5 veces más que los adultos); la eliminación deficiente por inmadurez y el mayor acceso del plomo al cerebro hasta los 5 años de edad por tener la barrera hematoencefálica permeable a este metal. La toxicidad que causa el plomo en un niño no solo dependerá de las posibilidades de exposición ambiental que este tenga, sino también de la etapa de desarrollo en la que se encuentre, el nivel de plumbemia (nivel de plomo en sangre) alcanzado y su estado nutricional. La deficiencia de hierro y calcio en la dieta aumenta la absorción de plomo.³ En general los varones, debido a su comportamiento social, tienen un riesgo mayor de presentar valores más elevados de plomo en sangre que las mujeres.^{4, 5}

La sintomatología en los niños variará según los niveles de exposición al plomo. Los altos niveles de plomo en sangre van acompañados de distintos signos y síntomas. Los más destacados son anemia ($\geq 25 \mu\text{g/dL}$), anorexia, dolor abdominal, constipación y vómitos ($\geq 60 \mu\text{g/dL}$), cefaleas, letargia, coma y convulsiones ($> 70 \mu\text{g/dL}$). Mientras que, los expuestos crónicamente a bajos niveles de plomo no tienen en general expresión clínica, al menos inmediata; los estudios a largo plazo han detectado: descenso de los cocientes intelectuales (CI), dificultades en la lectura y el aprendizaje, problemas en la audición y la atención (hiperactividad, desorganización, incapacidad para seguir directivas), alteración de la memoria y del comportamiento (conductas agresivo-delictivas), entre otros.

Las fuentes de exposición más frecuentes a este metal son: las naftas que utilizan plomo como antidetonante; desechos industriales que lo

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

contengan; fundiciones y recuperadoras de plomo; pinturas a base de plomo; cerámicas y porcelanas vidriadas; cañerías de agua fabricadas con plomo; alimentos cultivados en suelos contaminados; latas de alimentos selladas con soldaduras de plomo; plastilinas y pinturas usadas para recreación infantil que contienen plomo en sus pigmentos; cosméticos; artículos de joyería; cercanía a talleres de mecánica automotor donde se trabaja con baterías o aceites con plomo; cercanía a sitios donde se quema basura a cielo abierto y otros. La exposición a fuentes de contaminación es más importante en los niños que viven en situación de pobreza y/o en aquellos que realizan trabajos/juegos relacionados con la manipulación de metal.

Publicaciones^{5,6,7,8} recientes han demostrado que el nivel de plomo en sangre en niños se encuentra asociado a características socioeconómicas especiales como contexto ambiental empobrecido, vivienda precaria, hacinamiento, malnutrición, bajo nivel educativo de los padres y trabajo infantil.

Condiciones climáticas especiales pueden, también, favorecer la suspensión de plomo en la atmósfera urbana ya que la absorción de plomo parece estar controlada por la humedad y la fluctuación del clima.⁸ Hay estudios que indican que los niveles atmosféricos de plomo altos aparecen durante periodos de alta humedad. Las variables ambientales como humedad del suelo, material particulado, temperatura y velocidad de los vientos, son predictores significativos de los niveles de plomo en la atmósfera, que se incrementan en los meses estivales.⁸

1.2 La evolución del conocimiento

A comienzos del siglo XX, la intoxicación por plomo era considerada una enfermedad ocupacional aguda de adultos. Los niveles de plomo inferiores a 80 µg/dL eran estimados "normales". El concepto de que había un umbral para la toxicidad al plomo era ampliamente aceptado, y ese umbral se asentaba en el nivel mas bajo asociado con síntomas de intoxicación aguda.

Los efectos adversos de la intoxicación aguda por plomo en el desarrollo de los niños, se hicieron evidentes en 1940, gracias a la publicación de observaciones realizadas a largo plazo⁸. En ellas se informaron efectos sobre el intelecto, el comportamiento y algunas funciones psico-motoras.

Desde 1950 en adelante, diferentes investigaciones hicieron aportes muy importantes que permitieron conocer distintos aspectos relacionados con los efectos a largo plazo. Se descubrieron diferencias entre niños y adultos respecto de la absorción, distribución y metabolismo del plomo y se describieron los efectos de la toxicidad crónica a largo plazo, en particular sobre el sistema nervioso central. Estudios independientes realizados en la década del 70⁹ describieron disminución en el Cociente Intelectual (CI) y alteraciones del neurocomportamiento, en niños expuestos al plomo que nunca habían presentado síntomas agudos.¹

A medida que se tomó conciencia sobre la especial vulnerabilidad de los niños al plomo, el umbral de toxicidad aceptado por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos, como limite para entrar en acción, fue descendiendo de 60 µg/dl en 1960 a 10 µg/dl en 1990. Este último, aceptado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la actualidad. Sin embargo, nuevos estudios parecen demostrar que niveles de plomo por debajo de 10 µg/dl, pueden causar daños mensurables en la función cognitiva de los niños.^{6,7}

En la Argentina se han publicado pocos estudios sobre intoxicaciones con plomo, y los que se han publicado no informan las plumbemias promedio de los niños argentinos y su evolución en el tiempo. Los primeros estudios de Astolfi y colaboradores¹¹ (1965), y Giménez y colaboradores¹² (1979) investigaron las intoxicaciones agudas con plomo en niños. En los estudios recientes Hansen C. y colaboradores¹³ (1995-6); Rovirosa A y colaboradores¹⁴ (2000); Durán P y colaboradores¹⁵ (2000); Rogers V. y colaboradores¹⁶ (2002) y Fernández R. y

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

colaboradores¹⁷ (2005), investigaron niveles de plomo en sangre en niños asintomáticos.

Las intervenciones exitosas se basan en la eliminación de la fuente de exposición. Un buen ejemplo de ello fue la experiencia realizada en los Estados Unidos, donde luego de la eliminación del plomo que se usaba como antidetonante en las naftas, se produjo una dramática reducción de los niveles de plumbemia en los niños. Desde 1996 se eliminó el plomo en las naftas que se expenden en la Argentina.¹⁸ Aunque no existen estudios nacionales que releven el impacto de esta intervención, se podría suponer que los niveles de plomo en sangre deberían haber disminuido.

1.3 Referencias sobre Zárate, Provincia de Buenos Aires

El Partido de Zárate, ubicado a orillas del río Paraná de las Palmas, está compuesto por las localidades de Zárate, Lima y Escalada. Ocupa una superficie de 1.202 km² y tiene una población de 101.271¹⁸ habitantes. La ciudad de Zárate cuenta con 86.686 habitantes, el 28% de los cuales son menores de 15 años.¹⁸ y tiene una densidad poblacional de 76,4 hab/km².

Zárate, cuenta con un Parque Industrial donde se encuentran establecidas 72 empresas (ver Figura 1). Funcionan plantas que abarcan una larga lista de actividades industriales, como por ejemplo el tratamiento, incineración y disposición final de residuos industriales; recuperación de químicos (solventes, otros); tratamiento y preservación de maderas; producción de plaguicidas y otros agroquímicos, emulsiones asfálticas y aislantes; químicos para el tratamiento del cuero, fabricación de acumuladores y placas de plomo; industria automotriz; cementeras; papeleras; y una central eléctrica nuclear, entre otras.

En 2004 dentro del predio del Parque Industrial fue clausurada una empresa que realizaba el desguace de baterías en desuso y la recuperación de plomo, bajo la Resolución N° 495/04 de la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad

de Zárate, debido a que fueron detectados casos de intoxicación con plomo entre operarios de la fábrica. Ese mismo año, la Secretaria de Salud de la Municipalidad de Zárate detectó plumbemias elevadas en algunos niños y docentes que concurrían a una escuela ubicada a 300 metros de la fábrica clausurada (Escuela N° 19). Debido a esa situación se determinó el cierre del establecimiento educativo y la re localización de alumnos y docentes. La mayoría de ellos fueron reubicados en las Escuela N° 8 y N° 12, distantes a unos 3.000 y 5.000 metros respectivamente de la empresa clausurada, pero aún dentro del Parque Industrial (Ver Figura 1: Mapa del Parque Industrial de Zárate).

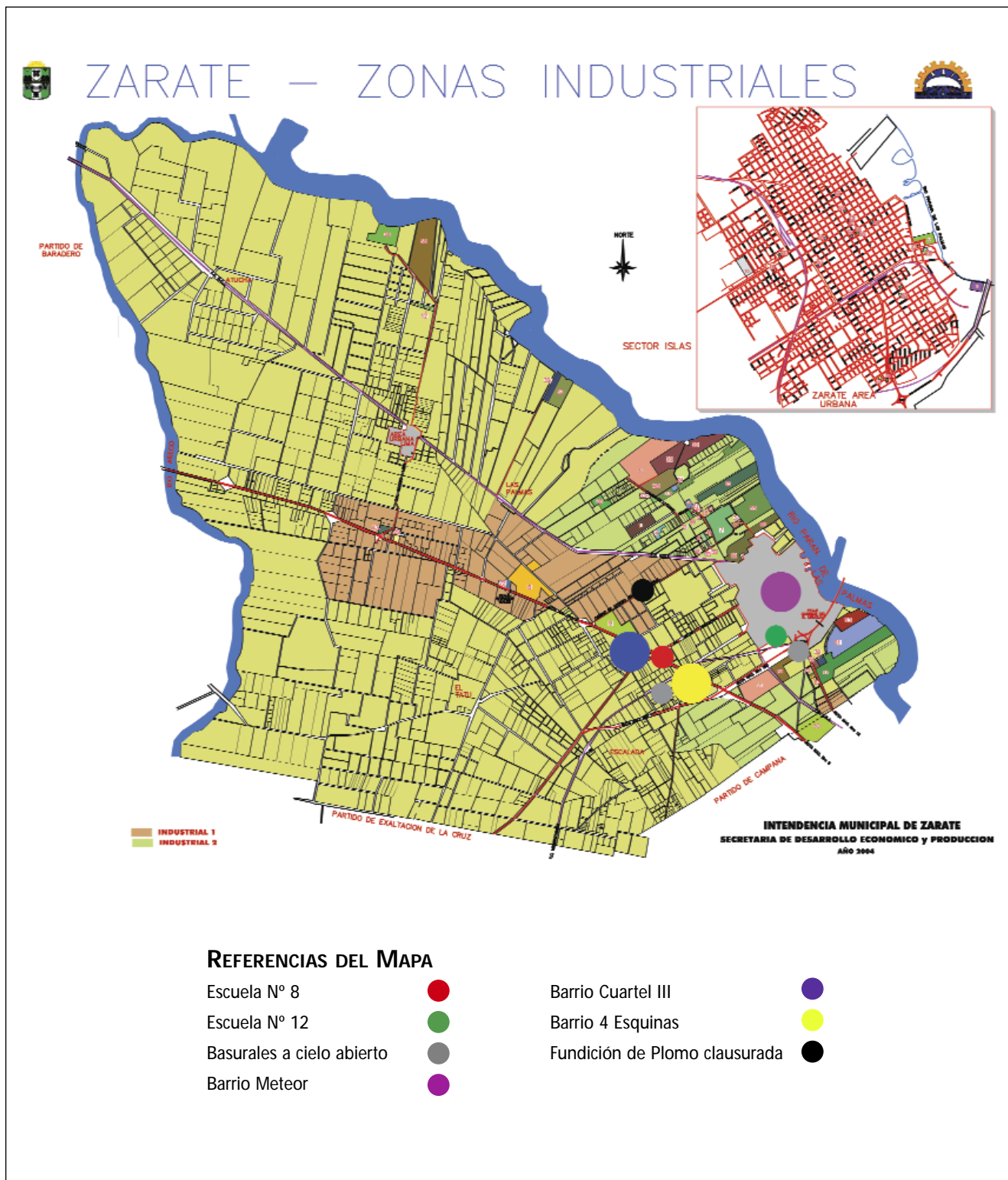
En 2005, la Municipalidad de Zárate, a través de la ONG “Todos por la Vida”, solicitó al Comité Coordinador del Proyecto “*Perfil de la Salud Ambiental de la Niñez en Argentina*” (Proyecto Perfil “SANA”) que realizara un estudio que permitiera conocer el nivel de plumbemia de los escolares que concurrían a las Escuelas N° 8 y N° 12. Antes de solicitar este requerimiento, la ONG local recibió el consentimiento y beneplácito de los padres de los alumnos y maestros de ambas escuelas involucradas.

El estudio fue realizado por el Comité Coordinador del Proyecto “Perfil SANA”, con la colaboración de profesionales pertenecientes a la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, el Instituto Nacional de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química y el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Emilio Coni”. Además de la activa participación de la Municipalidad de Zárate, la ONG “Todos por la Vida”, el Distrito Escolar del Partido de Zárate y las Direcciones de las Escuelas N° 8 y N° 12. El Proyecto, también, fue “Declarado de Interés Educativo” por el Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires.

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

FIGURA 1²⁰: MAPA DE ZÁRATE²⁰ CON LA UBICACIÓN DE LAS ESCUELAS N° 8 Y 12, BASURALES, BARRIOS Y FUNDICIÓN DE PLOMO CLAUSURADA.



²⁰ Secretaría de Desarrollo Económico y Producción de la Municipalidad de Zárate, 2004, <http://www.zarateproductivo.com.ar/plano.pdf>

2.0 Objetivos

Objetivo principal

- Investigar el nivel de plomo en sangre en escolares de dos establecimientos educativos ubicados en el Parque Industrial de la ciudad de Zárate.

Objetivo secundario

- Identificar las probables fuentes de exposición de los niños/as que presentaran niveles de plomo en sangre iguales o mayores a 10 µg/dL.

3.0 Población, material y método

El estudio se desarrolló en la ciudad de Zárate, Provincia de Buenos Aires (Argentina), entre marzo de 2005 y abril de 2006.

La población en estudio, estaba integrada por 421 escolares de ambos géneros, con edades entre 4 y 16 años, que concurrían a dos escuelas ubicadas dentro del perímetro del Parque Industrial de la ciudad de Zárate, dependientes del Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires: Escuela N° 8 con 153 alumnos y Escuela N° 12 con 268 alumnos. Los alumnos de ambas escuelas eran provenientes de hogares que tenían alguna o varias de las características que se conocen como necesidades básicas insatisfechas (NBI): vivienda precaria, sin baño instalado, hacinamiento, escolaridad incompleta de los padres, deficiente capacidad de los jefes de familia para ganar la subsistencia. En general, los niños que asistían a ambas escuelas, vivían en barrios con calles de tierra, sin servicio de cloacas, con acceso restringido al agua potable y sin recolección de residuos.

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal. Fueron invitados a participar todos los alumnos de ambas escuelas. Aquellos que aceptaron la invitación constituyeron una muestra no aleatoria de conveniencia. La participación en el estudio fue voluntaria, anónima y gratuita.

Se fijaron como criterios de inclusión que los participantes fueran alumnos de las Escuelas N° 8 y 12 de la ciudad de Zárate, con edades comprendidas entre 4 y 16 años, que los padres o tutores hubieran

firmado el Consentimiento Informado y respondido a un cuestionario epidemiológico. Se adoptaron como criterios de exclusión, objeciones religiosas a la extracción de sangre, el tratamiento con agentes quelantes hasta 6 meses antes del estudio y la negativa del niño a participar del estudio, incluyendo a la toma de muestra.

El estudio fue aprobado por los Comités de Ética de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina) y la Universidad de Ottawa (Canadá). Se aseguró la confidencialidad de los datos personales de los niños involucrados según la Ley 25.326 de Protección de los Datos Personales.²¹ La Universidad Nacional del Litoral se responsabilizó de la protección y confidencialidad en el manejo de toda la información producida. La información personal fue codificada para que los niños no puedan ser identificados por su nombre. Se gestionaron los correspondientes permisos ante las autoridades del Consejo Escolar del Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires, para realizar el estudio en las escuelas previamente citadas.

3.1 Desarrollo del estudio

3.1.1 Etapa de información previa

Se realizaron dos reuniones informativas, en cada una de las escuelas, antes de dar comienzo al estudio propiamente dicho. De las mismas participaron los alumnos con sus padres/tutores, directivos y docentes de los establecimientos educativos.

En esas reuniones se informó sobre la importancia de la exposición al plomo y las vías por las que ésta podría ocurrir, los probables efectos sobre la salud, la especial vulnerabilidad de los niños a ese metal, las formas de prevención y los tratamientos. También, se informaba sobre las características del estudio que se iba a realizar, las razones por las que era necesario tomar una muestra de sangre para conocer la plumbemia de los participantes y la forma en la que se iba a obtener la muestra. Se invitaba a los alumnos a participar y se informaba a los padres/tutores que estuvieran de acuerdo con que sus hijos participaran, que los niños

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

solo podrían hacerlo con el Consentimiento Informado firmado y la respuesta al cuestionario epidemiológico.

Como parte de las reuniones, se estimulaba a alumnos, padres/tutores y docentes a realizar todas las preguntas que creyeran convenientes para aclarar las dudas que tuvieran. Además, el proyecto se presentó públicamente en la ciudad de Zárate y se difundió ampliamente por todas las fuentes locales de comunicación.

3.1.2 Entrega y recepción del cuestionario, toma de muestras de sangre y presentación de los resultados.

La entrega y recepción de los cuestionarios, la toma de muestras de sangre y la entrega de los resultados, se realizó en los establecimientos escolares. En el cuestionario se recabaron datos sobre el niño/a: *la escuela a la que concurría, datos personales, grado que cursaba*. Luego, a través del cuestionario, también se preguntó sobre situaciones que podían aumentar el riesgo de exposición al plomo (vivienda, trabajo, otras).

La toma de las muestras fue realizada por profesionales de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) quienes utilizaron guantes limpios y descartables para cada una de las muestras, además de ropas y gafas protectoras durante todo el proceso. Primero, procedieron a lavar con agua tibia y jabón las manos de los niños, luego limpiaron el dedo elegido con alcohol etílico al 70% y lo secaron con gasa absorbente limpia. Posteriormente, pincharon uno de los costados del dedo, no en la almohadilla. La primera gota de sangre fue limpiada con gasa absorbente, la segunda gota obtenida luego de oprimir el dedo levemente, sirvió para llenar el Capilar de Colección de Sangre del equipo Lead Care.²² Finalmente, luego de limpiar el exterior del capilar con una gasa absorbente, para quitar cualquier exceso de sangre que estuviera adherida cerca de su extremo, se mezcló inmediatamente la muestra de sangre con el Tratamiento Reactivo. Prosiguiendo luego con todos los pasos indicados

por el fabricante del Lead Care hasta obtener el resultado.

Los resultados fueron entregados en sobres cerrados, durante reuniones individuales con cada uno de los padres o tutores de los participantes y en presencia de las autoridades de cada escuela.

3.1.3 Seguimiento de los escolares con plumbemias iguales o superiores a 10 µg/dl

El grupo de niños/as que presentó plumbemias iguales o superiores a 10 µg/dL²³ fue subdividido en dos grupos: el primero compuesto por los niños/as que tenían plumbemias entre 10 y 19 µg/dL (Grupo 1), y el segundo, por aquellos con concentraciones iguales o superiores a 20 µg/dL (Grupo 2). En ambos grupos se aplicaron, con modificaciones, las normas sugeridas por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos (Tabla 1: Acciones a realizar según los niveles de plomo en sangre (µg/dL). CDC) durante el tiempo que duró el estudio y se sugirió a los

TABLA 1: ACCIONES A REALIZAR SEGÚN LOS NIVELES DE PLOMO EN SANGRE (µg/dL) (CDC)

Niveles de plomo en sangre (µg/dl)	Acciones Recomendadas
10-14	Repetir plumbemia dentro de los 3 meses Evaluar fuentes de contaminación por plomo Educar: limpiar manos y boca
15-19	Repetir plumbemia dentro de los 2 meses Evaluar fuentes de contaminación por plomo Educar: limpiar manos y boca Remitir al área de salud
20-44	Repetir plumbemia dentro del mes Evaluar fuentes de contaminación por plomo Educar: limpiar manos y boca Remitir al área de salud
45-69	Repetir plumbemia dentro del mes Evaluar fuentes de contaminación por plomo Educar: limpiar manos y boca Remitir al área de salud Tratamiento de QUELACIÓN
> 70	HOSPITALIZACIÓN INMEDIATA QUELACIÓN con dos drogas

Fuente: *Managing Elevated Blood Lead Levels Among Young Children: Recommendations from the Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention, US Centers for Disease Control, 2002*
http://www.cdc.gov/nceh/Lead/CaseManagement/caseManage_chap3.htm

familiares que una vez finalizado el mismo los niños continuaran bajo control médico.

Grupo 1: incluía los niños que presentaron niveles de plomo en sangre entre 10 µg/dL y 19 µg/dL. A los padres/tutores de estos niños se les realizó una entrevista personal en profundidad para determinar posibles riesgos de exposición adicionales. En las entrevistas se entregaron los resultados de las primeras plumbemias realizadas, en sobre cerrado. Se los interrogó en forma detallada sobre las probables fuentes de exposición a plomo, sugiriendo maneras de evitarlas. Se les brindaron recomendaciones respecto del aseo personal de los niños, el control del hábito de pica, la limpieza del hogar y el cuidado del agua y los alimentos. Además, se sugirió, especialmente, que los niños continuaran bajo asistencia médica para realizar nuevos controles de plomo en sangre en el futuro. También, se les solicitó que fueran llevados para control médico otros niños del grupo familiar que no habían participado en el estudio.

Grupo 2: involucraba a los niños que presentaron concentraciones iguales o superiores a 20 µg/dL. A los padres/tutores de estos niños se les realizó una entrevista personal en profundidad para determinar posibles riesgos de exposición adicionales. Con los padres de los niños que integraban este Grupo, se procedió de manera similar a lo realizado con el Grupo 1, pero, además de la entrevista individual, se procedió con el acompañamiento de una asistente social de la Municipalidad de Zárate, a realizar visitas al domicilio y peridomicilio de todos los niños del Grupo 2. Estas tareas fueron realizadas bajo la supervisión y en colaboración con la Secretaría de Salud de la Municipalidad de Zárate.

Treinta días después de la entrevista individual con los integrantes del Grupo 2 se les tomó una nueva muestra de plomo en sangre, según lo pautado en la Tabla 1. Los resultados del segundo control fueron entregados a los padres en sobre cerrado y durante una nueva entrevista individual. En la misma se recomendó enfáticamente que los niños debían continuar bajo control médico, aún, después de la finalización del estudio.

3.2.0 Técnicas analíticas

Según recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se utilizó un equipo portátil de medición, por técnica electroquímica llamado Lead Care (número de protocolo del CDC para plomo en sangre: NCCLS document C40-A ISBN 1-56238-437-6). El equipo tenía un rango detectable de niveles de plomo en sangre ubicado entre 1,4 y 65,0 µg/dL. El volumen de cada muestra utilizada era de 50 microlitros de sangre.

Para la calibración de los equipos Lead Care, se utilizó como método de referencia: la técnica de Espectroscopia de Absorción Atómica con horno de grafito. Para la calibración del equipo Lead Care, el Servicio Centralizado de Grandes Instrumentos (SECEGRIN) del Centro Regional de Desarrollo y Tecnología (CERIDE-UNL/CONICET) analizó 40 muestras de sangre, en forma paralela con el método de referencia; la técnica de Espectroscopia de Absorción Atómica con horno de grafito, obteniéndose un coeficiente de correlación (r) de 0,87.

3.3.0 Análisis estadístico

Se confeccionó una base de datos para su respectiva carga en el Programa EPI Info 2000.²⁴ Los datos fueron grabados y analizados utilizando este Programa. Las tablas y figuras se confeccionaron empleando el Programa Excel y Word.

La comparación de las medias se realizó utilizando el Test T-Student. Las variaciones entre las medias, análisis no paramétrico, se realizó a través del Kruskal-Wallis Test (equivalente al Test del Chi-cuadrado). La comparación entre las proporciones de los grupos se realizó utilizando el Test de Chi-cuadrado con la corrección de Yates. Con valores esperados menores a 5, se utilizó el Test de Fisher. Para todos los tests estadísticos, se utilizaron los valores de p para un nivel de confianza del 95% ($p \leq 0.05$). El análisis epidemiológico fue desarrollado por el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Emilio Coni" (INER) y la Memorial University of Newfoundland.

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

4.0 Resultados generales

4.1 Características de la muestra estudiada

La muestra estuvo integrada por 291 niños y niñas, entre 4 y 16 años. 129 pertenecían a la Escuela N° 8 (69 mujeres y 60 varones) y 162 a la Escuela N° 12 (86 mujeres y 76 varones).

Las características de la muestra estudiada en ambas escuelas, discriminadas según edad y género, se presentan en la Tabla 2.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas, entre las dos escuelas, en lo que respecta a la distribución de la muestra por género. En cambio, hubo una diferencia estadísticamente

TABLA 2: CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN EDAD Y GÉNERO, EN DOS ESCUELAS DE ZÁRATE. PROVINCIA DE BUENOS AIRES (N=291)

Edad y Género	Escuela N° 8		Escuela N° 12	
	Número	%	Número	%
< 5				
Femenino	3	27.3	0	
Masculino	8	72.7	0	
Total	11	8.5	0	0.0
5-9				
Femenino	26	55.3	43	55.8
Masculino	21	44.7	34	44.2
Total	47	36.4	77	47.5
10-14				
Femenino	34	63.0	43	51.8
Masculino	20	37.0	40	48.2
Total	54	41.9	83	51.2
≥15				
Femenino	6	35.3	0	0.0
Masculino	11	64.7	2	100.0
Total	17	13.2	2	1.2
TOTAL	129		162	

significativa en la distribución según edad en ambas escuelas. En la muestra de la Escuela No. 8, había significativamente mas niños menores de 6 años en comparación a la Escuela No. 12 ($\chi^2 = 8,9$, $p < 0.001$).

4.2 Niveles de plomo en sangre

La concentración de plomo en sangre en los 291 niños y niñas estudiados tuvo una media de 6,3 $\mu\text{g/dL}$, desviación estándar (DE) 6,0 $\mu\text{g/dL}$, mediana 4,3 $\mu\text{g/dL}$ y moda de 1,8 $\mu\text{g/dL}$. Cuarenta y dos de los 291 niños (14,4%) presentaron una concentración de plomo en sangre igual o superior a 10 $\mu\text{g/dL}$. Once de los 291 niños (3,8%) presentaron una concentración de plomo en sangre igual o superior a 20 $\mu\text{g/dL}$.

La distribución de los niveles de plomo en sangre por género de los 291 niños y niñas estudiados en las dos escuelas se presenta en la Tabla 3.

La Escuela N° 8 presentó un porcentaje significativamente mayor de niños con valores de plomo iguales o superiores a 10 $\mu\text{g/dL}$ (19,4% vs 10,5%, $\chi^2=3,90$, $p=0,048$). Los dos niños que presentaron valores superiores a 35 $\mu\text{g/dL}$ asistían a la Escuela N° 8. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las plumbemias de ambas escuelas: Escuela N° 8: 6,8 $\mu\text{g/dL}$ y Escuela N° 12: 5,8 $\mu\text{g/dL}$.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la distribución por género en niños con niveles de plomo en sangre igual o superior a 10 $\mu\text{g/dL}$ en comparación con aquellos que presentaron concentraciones en sangre menor a 10 $\mu\text{g/dL}$. Sin embargo, mayor cantidad de varones presentaron concentraciones de plomo en sangre igual o superior a 20 $\mu\text{g/dL}$ en comparación con las mujeres (10 varones; 1 mujer; $\chi^2=9,12$, $p=0,01$).

Al observar los grupos por edad, una proporción mas alta de niños menores de 6 años presentaron niveles de plomo en sangre superiores o iguales a 10 $\mu\text{g/dL}$ en comparación a aquellos niños entre 6 y 16 años de edad (44% comparado al 13%; $\chi^2 = 9.4$, $p < 0.004$; exacto de Fisher $p=0.003$). Sin embargo,

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

TABLA 3: DISTRIBUCIÓN DE LOS NIVELES DE PLOMO EN SANGRE SEGÚN GÉNERO EN LAS DOS ESCUELAS ESTUDIADAS EN ZÁRATE, PROVINCIA DE BUENOS AIRES (N=291).

Plomo en sangre (µg/dl)	Total #	Total (%)	Escuela Nº 8						Escuela Nº 12					
			Ambos géneros		Femenino		Masculino		Ambos géneros		Femenino		Masculino	
			No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
0-4.99	165	56.7%	73	56.6%	47	68.1%	26	43.3%	92	56.8%	49	57.0%	43	56.6%
5-9.99	84	28.9%	31	24.0%	12	17.4%	19	31.7%	53	32.7%	30	34.9%	23	30.3%
10-14.99	22	7.6%	12	9.3%	6	8.7%	6	10.0%	10	6.2%	6	7.0%	4	5.3%
15-19.99	9	3.1%	7	5.4%	3	4.3%	4	6.7%	2	1.2%	1	1.2%	1	1.3%
20-24.99	3	1.0%	2	1.6%	1	1.4%	1	1.7%	1	0.6%	0	0.0%	1	1.3%
25-29.99	4	1.4%	1	0.8%	0	0.0%	1	1.7%	3	1.9%	0	0.0%	3	3.9%
30-34.99	2	0.7%	1	0.8%	0	0.0%	1	1.7%	1	0.6%	0	0.0%	1	1.3%
35-40.99	2	0.7%	2	1.6%	0	0.0%	2	3.3%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
total	291	100%	129	100%	69	100%	60	100%	162	100%	86	100%	76	100%
>=10	42	14.4%	25	19.4%	10	14.5%	15	25.0%	17	10.5%	7	8.1%	10	13.2%

no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre la media de edad para los niños con niveles de plomo en sangre superior o igual a 10 µg/dL en comparación con aquellos que presentaron valores inferiores a 10 µg/dL.

La proporción de niños/as con una concentración de plomo en sangre menor a 10 µg/dL fue 85,6% considerando en conjunto a ambas escuelas (249/291 niños/as). La media fue de 4,3 µg/dL, DE 2,3 µg/dL, mediana 3,7 µg/dl y una moda de 1,8 µg/dL. La media de concentración de plomo en sangre igual o superior a 10 µg/dL fue 17,6 µg/dL, DE 1,2 µg/dL, mediana 14,4 µg/dL y moda 11 µg/dL. La distribución general de los niveles de plomo en sangre se presenta en la Figura 2.

4.3 Indicadores y factores de riesgo de niveles elevados de plomo en sangre

Las siguientes preguntas del cuestionario realizadas a los padres/tutores sobre posibles indicadores y/o factores de riesgo, se relacionaron con niveles elevados de plomo en sangre (Tabla 4).

1. *¿Existe o existió exposición del padre/madre/familiar al plomo?*
2. *¿Trabaja el padre/madre/familiar en contacto con plomo?*
3. *¿Trabaja en alguna actividad el niño que participa en el estudio?*
4. *¿El adulto a cargo, tenía escolaridad primaria incompleta?*
5. *¿El niño/a que participa en el estudio ha repetido alguna vez uno o más grados durante el cursado escolar?*

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

TABLA 4: POSIBLES INDICADORES Y FACTORES DE RIESGO DE NIVELES ELEVADOS DE PLOMO EN SANGRE.

Indicadores	Concentración de Plomo en sangre $\geq 10 \mu\text{g/dL}$ n=42		Concentración de Plomo en sangre $< 10 \mu\text{g/dL}$ n=249		χ^2 (con corrección de Yates)	p=
	Si/total n	% Si	Si/total n	% Si		
1. Exposición del padre, madre y/o familiar al Plomo	14/31	45%	49/191	26%	4.08	0.043*
2. Trabaja el padre, madre y/o familiar en contacto con plomo	3/30	10%	12/182	6%	Fisher exact	0.70
3. Trabaja en alguna actividad el niño que participa en el estudio	12/35	34%	60/202	30%	0.12	0.73
4. Adulto a cargo con escolaridad primaria incompleta	16/33	48%	59/201	29%	3.93	0.047*
5. Niño que haya repetido uno o mas grados	17/37	46%	61/217	28%	3.92	0.048*

Hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto al número de respuestas según los niveles de plomo en sangre menores o iguales/superiores a $10 \mu\text{g/dl}$ cuando el padre, madre y/o familiares estuvieron expuestos al plomo, el adulto a cargo tenía escolaridad primaria incompleta o cuando el niño había repetido uno o más grados. En cambio, no hubo diferencias estadísticamente significativas cuando el padre, madre y/o familiares habían trabajado en contacto con plomo o en el caso de que el niño que participaba en el estudio trabajaba (Ver Sección 4.4).

Al preguntarle a los padres/tutores sobre posibles condiciones del hogar que hubieran podido contribuir a aumentar la exposición a plomo de sus

niños y familias, de 291 solo 79 padres/tutores brindaron información (Tabla 5) durante el cuestionario inicial. De estas 79 respuestas, 42 (52%) indicaron que la exposición podía provenir de la ubicación del hogar/trabajo en los alrededores de una zona industrial y 34 (43%) de la ubicación de la vivienda/trabajo sobre suelos de relleno, cercanía a basurales o incineradores.

Para aquellos que brindaron información sobre posibles fuentes de exposición, no hubo diferencia significativa en las respuestas de los padres de los niños que presentaron niveles de plomo en sangre iguales o superiores a $10 \mu\text{g/dl}$ o iguales o superiores a $20 \mu\text{g/dl}$.

TABLA 5: RESPUESTAS A LA PREGUNTA SOBRE POSIBLE EXPOSICIÓN AL PLOMO EN EL HOGAR/TRABAJO

		Todos los niños (n=291)	$\geq 10 \mu\text{g/dL}$ (n=42)	$\geq 20 \mu\text{g/dL}$ (n=11)
Hogar/trabajo ubicado en los alrededores de una zona industrial	Si	42	4	1
	No	37	5	3
	No responde	212	33	7
Hogar/trabajo ubicado sobre suelos de relleno, cercanía a basurales o incineradores	Si	34	4	3
	No	124	14	5
	No responde	212	33	7
Cañerías de Plomo	Si	7	1	0
	No	72	8	4
	No responde	212	33	7
Pinturas con plomo	Si	3	0	0
	No	76	9	4
	No responde	212	33	7

4.4 Seguimiento de los escolares con plumbemias iguales o superiores a 10 µg/dL

De los 291 niños/as estudiados, cuarenta y dos (14,4%) presentaron concentraciones de plomo en sangre iguales o superiores a 10 µg/dl. De ellos, treinta y uno presentaron niveles de plomo en sangre entre 10 µg/dl y 19,9 µg/dl y para su seguimiento fueron asignados al Grupo 1. Los once niños/as restantes, que tenían concentraciones iguales o superiores a 20 µg/dl, fueron asignados al Grupo 2.

Grupo 1: De los 31 integrantes del grupo, diecisiete eran mujeres y catorce varones. A los padres/tutores se les realizó una entrevista individual y minuciosa para determinar posibles riesgos de exposición. Durante esta segunda entrevista, el 55.0% (17/31 de ellos) admitió que sus hijos estaban involucrados en la recolección de metales y otros tipos de residuos; el 23% (7/31) dijo vivir cerca de basurales donde habitualmente se quemaban residuos; el 13% (4/31) respondió que trabajaban en talleres mecánicos ubicados en sus propias viviendas y que los niños colaboraban en las tareas del taller. De los restantes,

uno era plomero, otro manipulaba distintos metales y el último vivía con su familia en una casa lindera a la fábrica de desguace de baterías que fuera clausurada.

Grupo 2: De los 11 niños/as que integraban este grupo, diez eran varones y una mujer. Seis asistían a la Escuela N° 8 y cinco a la Escuela N° 12. También en este grupo a los padres/tutores de estos niños se les realizó una entrevista individual y minuciosa para determinar posibles riesgos de exposición adicionales, pero además fueron visitados los domicilios y peridomicilios de cada uno de ellos. A diez de los once niños se les realizó una segunda plumbemia, el restante no se presentó el día de la segunda toma de muestra. Este niño fue visitado en su domicilio, pero sus padres se negaron a la nueva extracción de sangre. La información del seguimiento al Grupo 2 se presenta en la Tabla 6.

De los diez niños del Grupo 2, a los que se le realizó una segunda plumbemia, cinco presentaron niveles de plomo en sangre disminuidos, cuatro presentaron concentraciones aún mayores a la primer plumbemia y uno no presentó cambio.

TABLA 6: INFORMACIÓN SOBRE EDAD, GÉNERO, PLUMBEMIAS REALIZADAS Y PROBABLES FUENTES DE EXPOSICIÓN AL PLOMO, EN INTEGRANTES DEL GRUPO 2 (N=11)

Edad en años	Género	1° Plumbemia (µg/dL)	2° Plumbemia (µg/dL)	Probable fuente de exposición al plomo
4	masculino	41,6	32,4	Jugaba frecuentemente en taller mecánico
9	masculino	39,9	28,2	Vivía en predio contaminado con plomo (fábrica clausurada)
10	masculino	33,2	No realizada	Trabajo infantil. Recolección de metales, "cirujeo" *
6	masculino	32,2	21,4	Trabajo infantil. Recolección de metales, "cirujeo"
15	masculino	28,5	31,6	Trabajo infantil. Recolección de metales, "cirujeo"
14	masculino	27,6	27,5	Trabajo infantil. Recolección de metales, "cirujeo"
14	masculino	27,5	33,7	Trabajo infantil. Recolección de metales, "cirujeo"
12	masculino	27,1	28,3	Trabajo infantil. Recolección de metales, "cirujeo"
12	masculino	23,4	16,3	Trabajo infantil. Recolección de metales, "cirujeo"
5	femenino	21,5	18,7	Vivía cerca de un basural informal. Quema de basuras
15	masculino	21,3	24,5	Trabajo infantil. Recolección de metales, "cirujeo"

* *Cirujeo: Recolección informal de distintos tipos de residuos con el fin de comercializarlos.*

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

Ninguno de los niños del Grupo 2 presentó niveles de plomo en sangre menores a 10 µg/dl en la segunda plumbemia, y solo dos de ellos presentaron concentraciones menores a 20 µg/dl.

Los padres indicaron a través de las entrevistas personales de seguimiento que ocho de los once niños (73%) del Grupo 2 estaban involucrados en tareas de recolección de metales y “cirujeo”. Los tres restantes vivían o jugaban en sitios contaminados con plomo.

5.0 Discusión

5.1 Característica de la muestra

En este estudio, se conformó una muestra de conveniencia, no aleatoria que fue obtenida de forma voluntaria, anónima y gratuita. Se optó por este tipo de muestra, porque se la consideró apropiada a la abierta relación que se había forjado, en las reuniones previas, con los padres/tutores y alumnos de ambas escuelas. El 69,1% del total de los alumnos que concurrían a las dos escuelas aceptó, libremente, participar del estudio.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en la distribución de la muestra, en ambas escuelas, según género. Sin embargo, hubo diferencia en la distribución por edad. La Escuela N° 12 presentó menor cantidad de niños de 15 años y no presentó niños menores a 5 años; esto demuestra una diferencia significativa con la Escuela N° 8.

5.2 Niveles de plomo en sangre

5.2.1 Estudios previos

No se han publicado estudios en la Argentina, con muestras suficientemente representativas, que permitieran estimar los cambios en el promedio de los niveles de plomo en sangre de los niños argentinos a través de las últimas décadas. Por esta razón, resulta imposible evaluar el impacto que seguramente deben haber causado ciertas medidas ambientales que tenían como objetivo disminuir la exposición al plomo. De todas estas medidas la más destacada fue la eliminación del tetraetilo de plomo como antidetonante en las naftas producidas y comercializadas en el país, a partir de 1996.

Aunque no existen trabajos de investigación que puedan directamente compararse entre sí o con los resultados de este reporte, ya que difieren en sus objetivos, el nivel socioeconómico y la edad de los participantes estudiados, y, en algunos casos, las técnicas utilizadas para la medición de plomo en sangre, existen algunos estudios (publicados y no publicados) que han evaluado los niveles de plomo en sangre en niños asintomáticos en la Argentina. Los mismos se presentan a continuación, en la Tabla 7.

La Academia Americana de Pediatría³ (AAP) resalta, respecto de los niveles de plomo en la sangre de niños estadounidenses, que a pesar del importante éxito obtenido luego de la eliminación del plomo en las naftas, siguen existiendo riesgos para los niños provenientes de familias con bajos

TABLA 7: ESTUDIOS SOBRE NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN NIÑOS ASINTOMÁTICOS EN LA ARGENTINA

Referencia	Área de estudio	Grupos de edad	Descripción de la muestra	N	Media µg/dL	% ≥10 µg/dL
Hansen ¹³ 1996	Córdoba	6 meses–9 años	No disponible	172	7.7	26.7%
Rovirosa ¹⁴ , 2000	Gran Buenos Aires e Interior del país	3 meses –13 años	No disponible	203	5.2	9.6%
Duran ¹⁵ , 2000	Ciudad de Gran Buenos Aires	1 mes–2 años	Área Industrial Matanza-Riachuelo	48	9.8	39.6%
Rogers ¹⁶ , 2002	Ciudad y Provincia de Buenos Aires	9 meses–3 años	Clase Media	100	3.2	3.0%
Fernandez ¹⁷ , 2006	Córdoba	4–14 años	70% con NBI	30	4.5	0.0%

ingresos, que residen en las ciudades. En estos grupos se recomienda que se monitoreen regularmente los niveles de plomo en sangre y se eduque a los integrantes de las familias en prevención y posibles fuentes de exposición.

5.2.2 Datos obtenidos en el presente estudio

En el estudio realizado en Zárate (n = 291), los niños provenían de familias con bajos ingresos y NBI. La media de las plumbemias fue de 6,3 µg/dL, DE 6,0 µg/dl, mediana 4,3 µg/dL y moda de 1,8 µg/dL. El 14,4% (42/291) de los niños presentó niveles de plomo en sangre iguales o superiores a 10 µg/dL con una media del nivel de plomo de 17,6 µg/dL y una mediana de 14,4 µg/dL. De ellos, 9 niños presentaron una concentración de plomo en sangre igual o superior a 20 µg/dL y dos niños presentaron niveles superiores a 35 µg/dL.

Cuando se analizó el grupo de niños/as con plumbemias iguales o superiores a 20 µg/dl, se constató que el número de varones era significativamente mayor que el de las mujeres. Esto concuerda con la bibliografía internacional que atribuye mayor riesgo de exposición a los varones debido a su comportamiento social.^{4,5}

En este estudio, hubo significativamente más niños de la Escuela N° 8 que presentaron niveles altos de plomo en sangre en comparación a los niños de la Escuela N° 12. Esto puede ser debido a una diferencia en la distribución de edad en las muestras de las dos escuelas ya que en la muestra de la Escuela N° 8 hubo más niños menores de 6 años de edad. Este estudio encontró que una proporción significativamente más alta de niños menores de 6 años presentaron niveles de plomo en sangre superiores o iguales a 10 µg/dL en comparación a aquellos niños entre 6 a 16 años de edad.

5.3 Indicadores y factores de riesgo asociados a niveles elevados de plomo en sangre

5.3.1 Resultados del cuestionario inicial

Los resultados obtenidos gracias al cuestionario inicial realizado a padres/tutores demostraron que

hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a los niveles de plomo en sangre iguales o superiores a 10 µg/dl según que el padre, madre y/o familiar hubiera estado expuesto al plomo, que el adulto a cargo tuviera escolaridad primaria incompleta o que el niño hubiera repetido uno o más grados. Cabe destacar que, en cambio, no hubo diferencias significativas cuando el padre, madre y/o familiar trabajaba en contacto con plomo o si el niño que participaba en el estudio trabajaba. Muy pocos padres/ tutores indicaron sobre la presencia de posibles riesgos de exposición relacionados con el hogar o trabajo. Muy pocos padres/tutores refirieron probables exposiciones a plomo relacionadas con el tipo de pintura utilizada en el hogar, la presencia de cañerías de plomo, y la ubicación del hogar o trabajo en los alrededores de la zona industrial, sobre suelos de relleno, cercano a basurales y/o incineradores. Las entrevistas individuales realizadas a padres/tutores durante el seguimiento demostraron una situación más clara y adecuada de los probables riesgos de exposición de los niños con niveles elevados de plomo en sangre (Ver Sección 5.3.2).

5.3.2 Seguimiento de los escolares con plumbemias iguales o superiores a 10 µg/dL

Todos los niños que participaron en el estudio vivían en condiciones ambientales que a priori entrañaban riesgo respecto a la contaminación con plomo. Se decidió, siguiendo las recomendaciones del CDC sobre el tema, realizar el seguimiento de los grupos con plumbemias de 10 a 19,9 µg/dL (Grupo 1) y aquellos que presentaron niveles iguales o mayores a 20 µg/dL (Grupo 2). La media de los niveles de plomo en sangre del total de integrantes de ambos grupos fue cuatro veces mayor que la de aquellos que tenían valores menores a 10 µg/dL.

El trato especial que se brindó a estos dos grupos en cuestión permitió un importante contacto con los padres/tutores, que facilitó el análisis detallado de las probables fuentes de exposición y de las formas de alejar a los niños/as de ellas.

Durante las reuniones individuales de seguimiento que se realizaron con los 31 padres/

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

tutores de los integrantes del Grupo 1 (plumbemias de 10 µg/dL a 19,9 µg/dL), veintiuno de ellos (67,7%) aceptaron que sus hijos trabajaban en tareas en las que estaban probablemente expuestos al plomo: recolección de metales y de otros tipos de residuos y trabajo en talleres mecánicos. Siete de ellos (22,6%) admitieron vivir cerca de basurales donde habitualmente se quemaban residuos de distinto tipo. De los restantes, uno de los padres era plomero, otro manipulaba distintos metales y el último vivía con su familia en una casa lindera a la fábrica de desguace de baterías clausurada.

Algo similar ocurrió con los padres/tutores de los integrantes del Grupo 2 (Plumbemias ≥ 20 µg/dL). Ocho de ellos informaron que sus hijos trabajaban en la recolección de metales y de otros tipos de residuos. El niño que tenía la plumbemia más elevada de toda la muestra, jugaba frecuentemente en un taller mecánico. Otro de los niños vivía dentro del predio de la fábrica contaminante clausurada y, la única mujer del grupo, residía cerca de un basural donde quemaban regularmente residuos.

A través del cuestionario realizado a padres/tutores en la primera instancia del estudio, sólo 12 padres de los 42 que integraban los Grupos 1 y 2 respondieron afirmativamente a la pregunta: *¿Trabaja en alguna actividad el niño que participa en el estudio?* En las entrevistas personales de seguimiento desarrolladas a los padres/tutores del Grupo 1 y 2, los mismos indicaron que 29 de los 42 niños (69,0%) trabajaban. Veinticinco de ellos recolectando metales y otros tipos de residuos. La recolección informal de residuos es una práctica habitual en la mayoría de las ciudades de la Argentina. Papeles, cartones, envases de vidrio, metales y otros, una vez recolectados son clasificados y vendidos. El valor de los metales es generalmente superior a otros materiales. Los niños/as habitualmente participan tanto en la recolección, como en la clasificación. Esta última se realiza en basurales informales a cielo abierto, donde se queman residuos y los niños/as están expuestos al

sol, tóxicos y enfermedades, entre otras amenazas ambientales.

Existe un verdadero arco de posibilidades en cuanto a las razones que algunos padres pudieran haber tenido para no decir, en el cuestionario inicial, que sus hijos trabajaban. Desde el simple hecho de no reconocer como trabajo las tareas que realizaban los niños habitualmente relacionadas con el trabajo de los padres. Pasando por la omisión conciente de la información debido al temor por supuestas sanciones legales que podrían caberles. Hasta el daño económico que la falta del trabajo de sus hijos podría acarrearles. Desafortunadamente, averiguar las razones de la falta de respuesta a esta pregunta supera las posibilidades y objetivos del presente estudio pero claramente refleja la necesidad de estudios posteriores sobre el tema.

De los diez niños del Grupo 2, a los que se les realizó una segunda plumbemia, cinco presentaron niveles de plomo en sangre disminuidos, cuatro, concentraciones aún mayores a la primer plumbemia y uno no presentó cambio. Ninguno de los niños del Grupo 2 presentó niveles de plomo en sangre menores a 10 µg/dl en la segunda plumbemia, y solo dos de ellos presentaron concentraciones menores a 20 µg/dl.

La vida media del plomo en sangre se estima aproximadamente entre 20 y 40 días. El tiempo para el seguimiento de la segunda toma de muestra fue de 30 días. Este tiempo pudo no haber sido suficiente para observar disminuciones de los niveles de plomo en sangre en estos niños, aun habiendo disminuido la exposición. Por esa razón, es importante que los niños con niveles elevados de plomo en sangre reciban un seguimiento médico prolongado para controlar los niveles de plomo en sangre a través del tiempo.

6.0 Fortalezas y limitaciones del estudio

6.1 Fortalezas

- Las tomas de muestras fueron realizadas en las escuelas por razones operativas y psicológicas, ya que los niños/as estaban contenidos en un ambiente que conocían y en el que confiaban.
- El presente estudio fue solicitado por los padres de los alumnos y por los docentes, con un fuerte apoyo de la comunidad, directivos de las Escuelas, la Municipalidad de Zárate y distintos profesionales de la salud.
- El uso de un equipo transportable Lead Care permitió realizar el estudio en los establecimientos educacionales a los que concurría la población seleccionada, evitando el traslado de los alumnos a hospitales o centros de salud. La muestra, una gota de sangre, se obtuvo rápidamente y con escaso dolor, a través de la punción de un dedo de la mano. Fue posible repetir la muestra en el mismo momento si así se hubiera requerido reduciendo el costo de los análisis.
- Durante la etapa previa de preparación del presente estudio, el Servicio Centralizado de Grandes Instrumentos (SECEGRIN) del Centro Regional de Desarrollo y Tecnología (CERIDE-UNL/ CONICET) analizó 40 muestras de sangre, en forma paralela con el método de referencia, la técnica de Espectroscopia de Absorción Atómica con horno de grafito, obteniéndose un coeficiente de correlación (r) de 0,87.
- Se optó por una muestra de conveniencia, no aleatoria, anónima y gratuita, porque se consideró apropiada para el objetivo del trabajo y de acuerdo con la abierta relación que se había forjado con padres/tutores y alumnos en las reuniones previas. El 69,1% del total de los alumnos que concurrían a las dos escuelas aceptaron, libremente, participar del estudio.

- En todas las etapas del estudio, se les dio participación a los padres/tutores, docentes, directivos, autoridades locales y provinciales a través de sucesivas reuniones realizadas a la comunidad o de manera individual.

6.2 Limitaciones

- Aunque algunos estudios documentados durante la sección de Discusión proveen algún tipo de referencia sobre los niveles de plomo en sangre de niños argentinos, para este estudio no se utilizó un grupo control que pudiera ser comparado con los niños que participaron del presente estudio.
- La muestra no fue aleatoria. La participación voluntaria podría haber facilitado la presencia de sesgos. El hecho de que los padres desearan que sus hijos fueran investigados podría hacer suponer que sospechaban una probable exposición a plomo.
- Comparando ambas escuelas, hubo diferencias estadísticamente significativas en la distribución de la muestra respecto de ciertos grupos de edades.
- En el cuestionario inicial realizado a los padres/tutores, hubo un bajo porcentaje de respuestas.

7.0 Conclusiones y recomendaciones

Conclusión 1:

Más del 14% de los niños estudiados en Zárate presentaron niveles de plomo en sangre que requirieron algún tipo de seguimiento según las recomendaciones sugeridas por el CDC.



Algunos de los niños y niñas que participaron en el estudio.

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

Recomendaciones:

Difundir las conclusiones del estudio, incluyendo las medidas a tomar para la reducción del riesgo de exposición a plomo, entre los padres/tutores, docentes, directivos y autoridades de la Municipalidad de Zárate y el Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires.

Conclusión 2:

Once de los 291 niños presentaron niveles de plomo en sangre iguales o mayores a 20 µg/dL. En diez se realizó una segunda plumbemia. Todos ellos continuaron presentando concentraciones de plomo en sangre iguales o mayores a 10 µg/dL.

Recomendaciones:

- Alentar a los padres/tutores a que realicen los seguimientos médicos en todos los niños que presentaron niveles elevados de plomo en sangre hasta alcanzar concentraciones de baja exposición en cada uno de ellos (inferiores a 10 µg/dL).
- Alentar a los padres/tutores que tengan otros niños dentro de su grupo familiar y que no hayan participado en la presente investigación, para que les realicen una plumbemia.
- Concientizar a los profesionales de la salud sobre la necesidad de continuar el seguimiento de aquellos niños que presentaron niveles elevados de plomo en sangre.

Conclusión 3:

Los niños que presentaron niveles elevados de plomo en sangre estaban involucrados en tareas de recolección de metales y "cirujeo". Los hogares cercanos a sitios industriales, basurales o incineradores, también fueron relevados como posibles fuentes de exposición a plomo. Diez de los once niños que presentaron niveles de plomo en sangre iguales o mayores a 20 µg/dl eran varones.

Recomendación:

Alentar para que continúen las reuniones sobre salud ambiental entre los padres/tutores, escuelas y la comunidad. Esas reuniones, también, deberían enfocarse sobre los riesgos ambientales, particularmente asociados al trabajo infantil.

Alentar a las escuelas, autoridades locales, y comunidad a proveer a los adultos capacitación sobre amenazas ambientales en la comunidad.

Sugerir que se incorporen en el plan docente de las escuelas, clases sobre salud ambiental infantil en general y, en forma especial, sobre todo lo relacionado a la contaminación con plomo.

Conclusión 4:

En este estudio hubo una proporción significativa de niños menores de 6 años que presentaron niveles de plomo en sangre superiores o iguales a 10 µg/dL en comparación a niños entre 6 y 16 años de edad.

Recomendación:

Educar a padres/tutores de niños jóvenes sobre la importancia de reducir la exposición a plomo con un enfoque a los riesgos del comportamiento mano-a-boca.

8.0 Referencias

- 1 "Protección de los niños de la exposición química peligrosa", Documento elaborado por el Grupo de Trabajo del Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química, Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química — IFCS, noviembre 2003 – www.ifcs.ch
- 2 "Modulo de Capacitación sobre Plomo del Paquete de Capacitación en Salud Infantil y Ambiente", Organización Mundial de la Salud, OMS, 2005 — www.who.int/ceh
- 3 "Pediatric Environmental Health", 2nd Edition, Committee on Environmental Health, American Academy of Pediatrics, Associate Editor, 2003.
- 4 Brody DJ, Pirkle JL, Kramer RA, Flegal KM, Matte TD, Gunter EW, et al. Blood lead levels in the US population: phase 1 of the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III, 1988 to 1991). *JAMA*. 1994; 272:277–283.
- 5 Griffith DA, Doyle PG, Wheeler DC, Johnson DL. A tale of two swaths: urban childhood blood-lead levels across Syracuse, New York. *Ann Assoc Am Demogr*. 1998;88:640–665.
- 6 Canfield RL, Henderson CR, Cory-Slechta DA, Cox C, Jusko TA, Lanphear BP. Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 µg per deciliter. *N Engl J Med*. 2003;348:1517–1526.
- 7 Lanphear BP, et al. Environmental exposure to lead and children's intelligence at blood lead concentrations below 10 micrograms per deciliter. *Pediatr Res* (2001)49:16A
- 8 Laidlaw MAS, Mielke HW, Filippelli GM, Johnson DL, Gonzalez CR. 2005. Seasonality and children's blood lead levels: developing a predictive model using climatic variables and blood lead data from Indianapolis, Indiana, Syracuse, New York, and New Orleans, Louisiana (USA) *Environ Health Perspect* 113:793–800. doi:10.1289/ehp.7759.

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

- 9 Berney B. Round and Round it Goes: The epidemiology of childhood lead poisoning, 1950–1990. IN *Illness and the Environment: A Reader in Contested Medicine*. Kroll-Smith S, et al. (eds) New York University Press: New York; 2000, pp 215–257.
 - 10 United States Department of Health and Human Services and ATSDR. Case Studies in Environmental Medicine. Lead Toxicity. September 2002. <http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/CSEM/lead/lead.pdf> Accessed 20 September 2003
 - 11 Astolfi E, Giménez ER, Parral J, Vallejo NE. Intoxicación plúmbica en el niño. *Rev Asoc Med Arg* 1965; vol 0443–449.
 - 12 Giménez ER, Vallejo NE, Izurieta EM, Albiano NF, Iarlori R. Intoxicación por plomo en la infancia: aporte clínico, bioquímico, epidemiológico y experimental. *Rev Hosp. Niños Buenos Aires* 1979;21:192–213.
 - 13 Hansen C, Buteler R, Procopovich E, Pagan G, Díaz B, Gait N et al. Niveles de plomo en sangre de niños de la Ciudad de Córdoba. *Medicina (Buenos Aires)* 1999;59:167–170.
 - 14 Roviroso A, Uicich R, Fernández-Alvarez A, Sánchez-de la Puente M, O'Donnell A. Niveles de plomo en sangre de niños de Buenos Aires. Póster presentado en el Congreso de Pediatría, Salta, 2000.
 - 15 Durán P. Estudio PLAC: plomo, anemia y funciones cognitivas, 2000. Experiencia Latinoamericana, Salud Infantil y Plomo en Argentina. Salud Pública de Mexico, 2003.
 - 16 Rogers, V; Méndez, J; Uicich R; O'Donnell, A., Departamento de Pediatría del Hospital Alemán y CESNI. “Determinación de niveles de plomo en sangre de una población de clase media” Póster presentado en el Congreso de Pediatría, Mar del Plata, 2003.
 - 17 Fernández R; Vilkelis A, Corrés E, Butinoff, M, Ferreira F, Romano N, Determinación de Metales en población infantil del Barrio Ituzaingó, ciudad de Córdoba, Hospital Infantil Municipal, Córdoba, Argentina. *Jornadas Interdisciplinarias de Toxicología*, 2006.
 - 18 Resolución 54/96 de la Ex Secretaría de Obras y Servicios Públicos de la Argentina.
 - 19 Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, INDEC, Censo Nacional 2001.
 - 20 Secretaria de Desarrollo Económico y Producción de la Municipalidad de Zárate, 2004, <http://www.zarateproductivo.com.ar/plano.pdf>
 - 21 <http://www.ijusticia.edu.ar/legislacion/HabeasData.htm>
 - 22 El LeadCare es un equipo portátil que mide los niveles de plomo en sangre utilizando sangre proveniente de la punción del dedo. Los resultados se calculan entre los 5–10 minutos.
 - 23 Nivel de plomo en sangre indicado como máximo permitido por la Organización Mundial de la Salud, OMS.
 - 24 El Programa Epi INFO, es un programa estadístico de base de datos para la Epidemiología. El Programa se desarrolló bajo el Programa de Epidemiología del CDC de los Estados Unidos y el Programa Global contra el SIDA de la Organización Mundial de la Salud y es utilizado gratuitamente por la comunidad de salud pública.
- ### 9.0 Otros documentos consultados
- Asociación Argentina de Médicos por el Medio Ambiente, El niño y su ambiente: Guía de consejos para proteger a los niños de los peligros ambientales, AAMMA, 2005.
- Berlin M. Mercury, In: Friberg L., Nordberg GF, Vouk v. eds., *Handbook on the toxicology of metals*, 2nd ed. Amsterdam, Elsevier, 1986:386445
- CDC 1997. Screening Young Children for Lead Poisoning: Guidance for State and Local Public Health Officials. Atlanta, GA:Centers for Disease Control and Prevention.
- CDC, Childhood Lead Poisoning Prevention Program (www.cdc.gov/nceh/lead/lead.htm)
- Haley and Talbot, Geographic Analysis of Blood Lead Levels in New York State Children Born 1994–1997, Bureau of Environmental and Occupational Epidemiology, New York State Department of Health, Troy, New York, USA, *Environ Health Perspect*. 2004 November; 112(15): 1577–1582.
- Lamphear BP, et al. Environmental exposure to lead and children's intelligence at blood lead concentrations below 10 micrograms per deciliter. *Pediatr Res* (2001)49:16A.
- Landrigan PJ, Schechter CB, Lipton JM, Fahs MC, Schwartz J. Environmental pollutants and disease in American children: estimates of morbidity, mortality, and costs for lead poisoning, asthma, cancer, and developmental disabilities. *Environ Health Perspect*. 2002;110:721–728.
- Lynn Goldmon & Nga Tran, Toxics end Poverty: The Impact of Toxic Substances on the Poor in Developing Countries, World Bank, 2002.
- Mielke HW, Dugas D, Mielke PW Jr, Smith KS, Smith SL, Gonzales CR. Associations between soil lead and childhood blood lead in urban New Orleans and rural Lafourche Parish of Louisiana. *Environ Health Perspect*. 1997;105:950–954.
- Rozman K, Klaassen CD. Absorption, Distribution and Excretion of Toxicants. In: Klaassen CD, et al.(eds): *Casarett and Doull's Toxicology. The basic Science of Poisons*. 5th edition. McGraw-Hill, Inc.: New York., 1996 pp 91–112.
- Ruth Etzel, Md, PhD, Editor; Sophie Balk, MD, Pediatric Environmental Health 3rd Edition, American Academy of Pediatrics, Associate Editor, 2003.
- Schneuplein R, et al. Differential sensitivity of children and adults to chemical toxicity. Biological basis. *Regul Toxicol Pharmacol* (2002)35:429–447.
- Selevan SG, et al. Identifying Critical Windows of Exposure for Children's Health. *Environ Health Perspect* (2000)108 (Suppl 3):451–597).
- Stein J, et al. In harm's way: toxic threats to child development. *J Dev Behav Pediatr* (2002) 23(1 Suppl):S13–22
- Susana Isabel García, MC y Raúl Mercer, MC, MSP, “Salud infantil y plomo en Argentina”, Salud Pública de México / vol. 45, suplemento 2 de 2003.
- UNEP – WHO, A Call to Action – Using indicators to Measure Progress on Children's Environmental Health, 2002.
- WHO, Making a Difference: Indicators to Improve Children's Environmental Health, 2003.

Apéndice A

Evaluación de los niveles de plomo en sangre en escolares de la ciudad de Posadas, provincia de Misiones

1.0 Antecedentes

Además del estudio original desarrollado en Zárate¹, el Comité Coordinador del Proyecto “*Perfil “SANA”*” decidió, como parte del Perfil de la Salud Ambiental de la Niñez en Argentina, realizar un estudio piloto preliminar para determinar los niveles de plomo en sangre en niños en edad escolar provenientes de un área no industrial de la Provincia de Misiones. Para conservar los objetivos originales del estudio de Zárate, la intención de este estudio piloto fue desarrollarlo en niños provenientes de hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI).

Por esta razón, se seleccionó la Escuela N° 783 ubicada en un barrio periférico de la ciudad de Posadas. Esta escuela se encuentra localizada en un barrio no industrial, cercano a un basural informal y caracterizado por una urbanización precaria sin servicios básicos.

2.0 Referencias sobre la ciudad de Posadas, Misiones

La ciudad de Posadas es la capital de la provincia de Misiones. Ubicada sobre la margen izquierda del río Paraná, al sudoeste de la provincia, tiene una población de 252.981² habitantes. El 35% de la población de Posadas corresponde a menores de 15 años². Es la ciudad más poblada de la provincia de Misiones y actualmente una de las ciudades con más actividad y crecimiento de toda la región Noreste de la Argentina. En Posadas, por ser la capital de la provincia, se encuentra prácticamente la totalidad de las oficinas públicas. La principal actividad económica de la provincia es agro-forestal. Las principales industrias relacionadas con esta actividad se encuentran localizadas en el interior de la provincia.

3.0 Objetivos

Investigar el nivel de plumbemia en escolares de un establecimiento educativo ubicado en la periferia de la ciudad de Posadas, provincia de Misiones.

4.0 Población, material y método

El estudio se desarrolló en la ciudad de Posadas, Provincia de Misiones (Argentina), entre los meses de marzo-abril de 2006. La población en estudio, estaba integrada por 213 escolares de ambos géneros, con edades entre 5 y 16 años, que concurrían a la Escuela N° 783 ubicada en un barrio periférico de la ciudad de Posadas, dependiente del Ministerio de Educación de la Provincia de Misiones.

La mayoría de los alumnos eran provenientes de hogares que tenían alguna o varias de las características que se conocen como Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI): vivienda precaria, sin baño instalado, hacinamiento, escolaridad incompleta de los padres, deficiente capacidad de los jefes de familia para ganar la subsistencia. En general, los niños vivían en barrios con calles de tierra, sin servicio de cloacas, con acceso restringido al agua potable y sin recolección de residuos.

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal. Fueron invitados a participar todos los alumnos de la Escuela N° 783 y, con los que aceptaron la invitación, se constituyó una muestra de conveniencia, no aleatoria. La participación en el estudio fue voluntaria, anónima y gratuita.

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

Apéndice A Evaluación de los niveles de plomo en sangre en escolares de la ciudad de Posadas, provincia de Misiones

Se fijaron como criterios de inclusión que los participantes fueran alumnos de la Escuela N° 783 de la ciudad de Posadas, con edades comprendidas entre 5 y 16 años y que los padres/tutores hubieran firmado el Consentimiento Informado. Se adoptaron como criterios de exclusión, objeciones religiosas a la extracción de sangre, el tratamiento con agentes quelantes hasta 6 meses antes del estudio y la negativa del niño a la toma de muestra.

El estudio fue aprobado por los Comités de Ética de la Universidad Nacional de Misiones (Argentina) y la Universidad de Ottawa (Canadá). Se aseguró la confidencialidad de los datos personales de los niños involucrados según la Ley 25.326 de Protección de los Datos Personales.³ La Universidad Nacional de Misiones se responsabilizó de la protección y confidencialidad en el manejo de la información producida. La información personal fue codificada para que los niños no puedan ser identificados por su nombre. De modo de poder desarrollar el correspondiente estudio en la escuela y sitio, todos los permisos fueron gestionados ante las autoridades del Consejo Escolar del Ministerio de Educación de la Provincia de Misiones, con ayuda de las autoridades locales.

5.0 Desarrollo del estudio

5.1 Etapa de información previa

Se realizaron reuniones informativas, en la escuela, antes de dar comienzo al estudio propiamente dicho. De las mismas participaron los alumnos con sus padres/tutores, directivos y docentes del establecimiento educativo.

En esas reuniones se informó sobre la importancia de la exposición al plomo y las vías por las que ésta podría ocurrir, los probables efectos sobre la salud, la especial vulnerabilidad de los niños a ese metal, las formas de prevención y los tratamientos. También, se informó sobre las características del estudio que se iba a realizar, las razones por las que era necesario tomar una muestra de sangre para conocer la plumbemia de los participantes y la forma en la que se iba a obtener la muestra. Se invitó a los alumnos a participar y se informó a los padres/tutores que estuvieran de acuerdo con que sus hijos participaran, que los niños solo podrían hacerlo con el Consentimiento Informado firmado.

Como parte de las reuniones, se estimuló a alumnos, padres y docentes a realizar todas las preguntas que creyeran convenientes para aclarar las dudas que tuvieran.

5.2 Toma de muestras de sangre y presentación de los resultados

La toma de las muestras fue realizada por profesionales de la Cátedra de Toxicología y Química Legal de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones quienes utilizaron guantes limpios, descartables, para cada una de las muestras, además de ropas y gafas protectoras durante todo el proceso. Primero procedieron a lavar con agua tibia y jabón las manos de los niños, luego limpiaron el dedo elegido con alcohol etílico al 70% y lo secaron con gasa absorbente limpia. Posteriormente pincharon uno de los costados del dedo, no en la almohadilla. La primera gota de sangre fue limpiada con gasa absorbente, la segunda gota obtenida luego de oprimir el dedo levemente, sirvió para llenar el Capilar de Colección de Sangre del equipo Lead Care.⁴ Finalmente luego de limpiar el exterior del capilar con una gasa absorbente, para quitar cualquier exceso de sangre que estuviera adherida cerca de su extremo, se mezcló inmediatamente la muestra de sangre con el Tratamiento Reactivo. Prosiguiendo luego con todos los pasos indicados por el Lead Care hasta obtener el resultado en la pantalla del equipo.

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

Apéndice A Evaluación de los niveles de plomo en sangre en escolares de la ciudad de Posadas, provincia de Misiones

Si bien las plumbemias se obtuvieron rápidamente, los resultados fueron entregados 30 días después de la toma de muestras, en sobres cerrados, durante reuniones individuales con cada uno de los padres/tutores de los participantes y en presencia de las autoridades de la escuela.

5.3 Técnicas analíticas

Según recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se utilizó un equipo portátil de medición, por técnica electroquímica llamado Lead Care (número de protocolo del CDC para plomo en sangre: NCCLS document C40-A ISBN 1-56238-437-6). El equipo tenía un rango detectable de niveles de plomo en sangre ubicado entre 1,4 y 65,0 $\mu\text{g}/\text{dL}$. El volumen de cada muestra utilizada era de 50 microlitros de sangre.

Para el calibrado de los equipos Lead Care, se utilizó como método de referencia la técnica de Espectroscopia de Absorción Atómica con horno de grafito. Para la calibración del equipo Lead Care, el Servicio Centralizado de Grandes Instrumentos (SECEGRIN) del Centro Regional de Desarrollo y Tecnología (CERIDE-UNL/ CONICET) analizó 40 muestras de sangre, en forma paralela con el método de referencia, la técnica de Espectroscopia de Absorción Atómica con horno de grafito, obteniéndose un coeficiente de correlación (r) de 0,87.

5.4 Análisis estadístico

Se confeccionó una base de datos para su respectiva carga en el Programa EPI Info 2000⁵. Los datos fueron grabados y analizados utilizando este Programa. Las tablas y figuras se confeccionaron empleando el Programa Excel y Word.

La comparación de las medias se realizó utilizando el Test T-Student. Las variaciones entre las proporciones, análisis no paramétrico, se realizó a través del Kruskal-Wallis Test (equivalente al Test del Chi-cuadrado). La comparación entre las proporciones de los grupos se realizó utilizando el Test de Chi-cuadrado con la corrección de Yates. Con valores esperados menor a 5, se utilizó el Test de Fisher. Para todos los tests estadísticos, se utilizaron los valores de p para un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$). El análisis epidemiológico lo desarrollaron el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Emilio Coni” y la Memorial University of Newfoundland.

6.0 Resultados

6.1 Características de la muestra estudiada

La población del estudio estuvo integrada por 81 escolares de 5 a 16 años que concurrían a la Escuela N° 783 de la ciudad de Posadas (41 mujeres y 40 varones). Las características de la población estudiada en cuanto a su distribución por edad y género se presentan en la Tabla 1.

La distribución por género de esta muestra fue normal y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la población estudiada en lo que respecta a la distribución por género y por grupo étnico.

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

Apéndice A Evaluación de los niveles de plomo en sangre en escolares de la ciudad de Posadas, provincia de Misiones

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN ESTUDIADA POR EDAD Y GÉNERO DE LOS NIÑOS DE LA ESCUELA N° 783.

Edad y Género	Posadas	
	Número	%
5-9		
Femenino	14	60.9
Maculino	9	39.1
Total	23	28.4
10-14		
Femenino	25	45.5
Maculino	30	54.5
Total	55	67.9
15-16		
Femenino	2	66.7
Maculino	1	33.3
Total	3	3.7
TOTAL	81	

6.2 Niveles de plomo en sangre

La concentración de plomo en sangre en los 81 niños y niñas estudiados tuvo una media de 5,8 µg/dL, con una desviación estándar de 4,3 µg/dL, una mediana de 4 µg/dL y una moda de 4 µg/dL. La distribución de los niveles de Plomo en sangre de los 81 niños y niñas estudiados se presenta en la Tabla 2.

La proporción de niños y niñas con una concentración de plomo en sangre igual o superior a los 10 µg/dL⁶ fue de 16%; con una media de 13,5 µg/dL, con una desviación estándar de 4,8 µg/dL, una mediana de 11 µg/dL y una moda de 11 µg/dL. No se encontraron diferencias significativas en la proporción de niños con niveles de plomo en sangre igual o superior a los 10 µg/dL por género o grupo étnico. Solo un niño presentó nivel de plomo superior a los 20 µg/dL.

La proporción de niños con una concentración de Plomo en sangre menor a 10 µg/dL fue 84%; con una media de 4,3 µg/dL, con una desviación estándar de 1,9 µg/dL, una mediana de 4 µg/dL y una moda de 4 µg/dL. La mayoría de los niños (53,1%) presentó niveles de plomo inferior a los 10 µg/dL.

TABLA 2: CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE EN NIÑOS Y NIÑAS DE LA ESCUELA N° 783 DE LA CIUDAD DE POSADAS, PROVINCIA DE MISIONES.

Pb en sangre (µg/dl)	Posadas, Escuela N° 783					
	Ambos Géneros		Mujeres		Varones	
	No.	%	No.	%	No.	%
Total	81	100.0	41	100.0	40	100.0
0-4.9	43	53.1	24	58.5	19	47.5
5-9.9	25	30.9	12	29.3	13	32.5
10-14.9	10	12.3	5	12.2	5	12.5
15-19.9	2	2.5	0	0.0	2	5.0
20-24.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25-34.9	1	1.2	0	0.0	1	2.5
35 y +	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥10	13	16.0	5	12.2	8	20.0

La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina:

Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar

Apéndice A Evaluación de los niveles de plomo en sangre en escolares de la ciudad de Posadas, provincia de Misiones

La distribución de los niveles de plomo en sangre encontrados en niños de la Escuela N° 783 se presenta en la Figura 1.

7.0 Discusión y conclusiones

No se encontraron diferencias significativas en la media de los niveles de plomo en sangre en niños de Posadas (5,8 $\mu\text{g/dL}$), en comparación con aquellos estudiados en Zárate¹ (6,3 $\mu\text{g/dL}$) (Ver Reporte principal de Zárate). No se hallaron diferencias significativas en la proporción de niños con niveles de plomo en sangre igual o superior a los 10 $\mu\text{g/dL}$ en Posadas (16%) en comparación con los estudiados en Zárate (14%).

Este estudio de evaluación de los niveles de plomo en sangre en niños se desarrolló como un estudio piloto preliminar en un área no industrial de la ciudad de Posadas. Por eso, al contrario del estudio principal desarrollado en Zárate, esta investigación en Posadas no presentó recolección detallada de información sobre factores de riesgo. La mayoría de los niños de ambos estudios provenían de hogares con necesidades básicas insatisfechas (NBI). Los niños que viven con las necesidades básicas insatisfechas podrían tener un mayor riesgo de exposición a la contaminación ambiental, a pesar de la indistinta ubicación geográfica.

8.0 Referencias

- 1 Daniel Beltramino, Linda Longrich, Shelley Callaghan, Lilian Corra, Verónica Monti, Argelia Lenardón, Juan Carlos Bossio, Jorge Scagnetti y Carlos Gonzalez, Reporte "La Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina: Evaluación Epidemiológica de la Exposición a Plomo en Niños en Edad Escolar", Proyecto "Perfil de la Salud Ambiental de la Niñez en la Argentina – Perfil SANA", Argentina, 2007.
- 2 Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, INDEC, 2001.
- 3 <http://www.ijjusticia.edu.ar/legislacion/HabeasData.htm>
- 4 El LeadCare es un equipo portátil que mide los niveles de plomo en sangre utilizando sangre proveniente de la punción del dedo. Los resultados se calculan entre los 5–10 minutos.
- 5 El Programa Epi INFO, es un programa estadístico de base de datos para la Epidemiología. El Programa se desarrolló bajo el Programa de Epidemiología del CDC de los Estados Unidos y el Programa Global contra el SIDA de la Organización Mundial de la Salud y es utilizado gratuitamente por la comunidad de salud pública.
- 6 Nivel de plomo en sangre indicado como máximo permitido por la Organización Mundial de la Salud, OMS.

FIGURA 1. NIVELES DE PLOMO EN SANGRE, $\mu\text{g/dL}$, PORCENTAJE DE NIÑOS EN CADA RANGO

