

Plomo Salud y Ambiente

Experiencia en Uruguay

Dra. Mabel Burger
Dr. Darío Pose Román

Universidad de la República
Montevideo – Uruguay

OPS/OMS

2010

Apoyado por:

Facultad de Medicina

Facultad de Química

Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales



Este documento no es una publicación formal de la Organización Panamericana de la Salud; sin embargo la Organización se reserva todos los derechos. El documento puede ser comentado, resumido, reproducido o traducido en parte o en su totalidad, pero no para la venta ni con fines comerciales. Las opiniones cuyos autores se mencionan son de exclusiva responsabilidad de dichos autores.

PROLOGO

PLOMO SALUD Y AMBIENTE- Experiencia de Uruguay". Este libro responde por primera vez a la necesidad de tener una publicación en el país, sobre los efectos de un contaminante tan difundido y conocido a nivel mundial como es el plomo, que si bien nunca fue considerado por el país como un problema de salud pública, en los años 2000 y 2001 se transformó bruscamente en un tema de fuerte impacto en la población afectada que obligó a movilizar las estructuras de salud y ambiente, buscando soluciones adecuadas, rápidas, eficientes y que conformaran a la comunidad.

La intoxicación a nivel individual era bien conocida y había personal con adecuada formación. También se había actuado anteriormente en accidentes agudos de contaminación con plomo. Pero el sector salud ni otros sectores, tenían experiencia ni manejo previo, de una situación tal, como la que se fue descubriendo y emergiendo a partir de agosto – setiembre de 2000, en la zona de la Teja.

La contaminación con plomo en forma crónica mostró estar fuertemente ligada a la pobreza y a la falta de normativas y controles sobre el manejo de los desechos industriales y sobre los rellenos de terrenos con escorias de zonas anteriormente fabriles. Sumándose la ausencia de regulación y control para el descarte de baterías, la falta de prevención a las acciones informales de recuperación de metales, a la escasa o nula normativa y control en relación con pinturas y con objetos de manejo infantil, como ser juguetes. Y junto a todo lo anterior, la presencia significativa de plomo en varios de los combustibles de uso habitual.

El primer objetivo del libro es transmitir la información y los conocimientos que se generaron y que se adquirieron en forma actualizada a todos

aquellos profesionales y recursos técnicos que quedó demostrado que deben actuar e involucrarse ante esta problemática tan compleja y de tan difícil manejo. Aunque, por cierto con un especial énfasis en los profesionales y técnicos del sector salud y ambiente.

La salud - centrada en la persona, la familia y su comunidad - es calidad de vida y no es solo ausencia de enfermedad.

Salud como calidad de vida: es nutrición adecuada, es conocimiento y desarrollo intelectual, es educación y capacitación, es vivienda correcta, es ambiente sano, es trabajo suficiente, es recreación y descanso, es progresión social, es posibilidad de acceso a nuevas oportunidades, es conducta y comportamiento justo y válido.

La contaminación con plomo es una agresión a la calidad de vida y para la calidad de vida, sin lugar a duda los actores son múltiples y todos ellos necesarios.

El segundo objetivo primordial del libro es informar a la población de los riesgos de una contaminación de plomo crónica, sabiendo que la participación real de la gente y la comunidad en la salud, es cierta y valedera, en la medida que dispongan del conocimiento y de la información. La Universidad debe jugar un papel significativo en abrir el conocimiento y posibilitar la capacitación de la gente más allá de las tradicionales acciones formales de educación.

Este rol es un nuevo y gran desafío de la Universidad para lo cual deberá hacer un importante esfuerzo, de manera de responder adecuadamente.

El libro muestra como la Academia puede volcar sus conocimientos a la comunidad, participando en forma activa con el aporte de su saber.

El tercer gran valor del libro es dejar documentada toda la experiencia generada a partir del episodio de contaminación ambiental por plomo ocurrido en nuestro país en los años 2000 – 2001, a través de los diferentes actores que participaron de la misma.

Poder mostrar las fortalezas y debilidades que tuvieron las medidas tomadas y plantear las recomendaciones a seguir realizando, para evitar que se repita una situación similar.

En los últimos tiempos la presencia del tema es mínima o casi nula.

Por último, es de resaltar que PLOMO SALUD Y AMBIENTE- Experiencia de Uruguay” trata el tema en forma absolutamente objetiva, libre de todo otro propósito, con lo que hace justicia a los profesionales, técnicos y vecinos que en su momento, brindaron generosamente sus mejores capacidades, esfuerzos y trabajos en beneficio únicamente de la salud de la gente.

Prof. Em. Dr. Eduardo Touya
Ex – Director General de la Salud
Ex – Decano de la Facultad de Medicina

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a:

- Los profesionales que, convocados a colaborar con este trabajo, no dudaron en hacerlo aportando lo mejor de si mismos.
- A todas las Instituciones y sus respectivos representantes en la Comisión Interinstitucional del Plomo por sus invalores aportes.
- A la Universidad de la República que nos brindó su apoyo.
- A la Organización Panamericana de la Salud que hizo posible nuestro sueño de ver publicado este trabajo.

AUTORES POR ORDEN ALFABETICO:

1. **Alvarez, Cristina.**- QF, Asistente de la Cátedra de Toxicología e Higiene Ambiental de la Facultad de Química.
2. **Burger, Mabel.**- Médico Especializado en Toxicología Clínica y Medicina Interna, Ex Profesora del Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina, Udelar, Ex Presidente de SUTE. (Sociedad Uruguaya de Toxicología y Ecotoxicología). (*)
3. **De Ben, Stella.**- Médico especializado en Toxicología Clínica y Salud Ocupacional, Prof.Adj. del Departamento de Salud Ocupacional y Ex Prof.Adj. del Dpto. de Toxicología de la Facultad de Medicina, Udelar.
4. **Dol, Isabel.**- Ing. Quím. Prof. Agr. Cátedra de Química Analítica de la Facultad de Química.-Udelar. Investigador Grado I del Sistema Nacional de Investigadores, Investigador Honorario de PEDECIBA.
5. **Feola, Gabriela.**- Q.F. ExDocente de Facultad de Química Udelar, Directora del Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental de la IMM., Master en Ciencias del Ambiente, Politécnico Federal de Lausana, Suiza.
6. **González, Hugo.**- Lic., en Geología.Responsable del Sector Suelos del Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental de la IMM.
7. **Gristo, Pablo.**- Ing. Quím. Facultad de Ingeniería, Udelar. Asesor en temas Ambientales.
8. **Laborde, Amalia.**- Médico Especializado en Toxicología Clínica, y Salud Ocupacional, Profesora del Departamento de Toxicología, Facultad de Medicina, Udelar.
9. **Mañay, Nelly.**- Dr. en Química, Prof.Agr. de la Cátedra de Toxicología e Higiene Ambiental de la Facultad de Química, y Directora del Cequimtox, Facultad de Química, Udelar, Presidente de SUTE.
10. **Pose, Darío.**- Médico Especializado en Toxicología Clínica, Prof. Agr. del Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina, Udelar. Medico del Programa de Educación Para la Salud de ANEP – CODICEN. Vicepresidente de la SUTE. (**)
11. **Renfrew, Daniel.**- Dr en Antropología Social, Universidad de West Virginia USA.
12. **Ruocco, Gloria.**- Médico Pediatra, Epidemióloga Ex Directora del Departamento de Epidemiología del MSP, Ex Sub. Directora de Salud del MSP. Ex Presidenta de la Sociedad Uruguaya de Pediatría SUP.

13. **Salvarrey, Ana.**- Ing. Quím. Facultad de Ingeniería, Udelar, Master en Gestión Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad de Sherbrooke Canadá, Consultora en área de Ambiente Industrial.
14. **Siscar, Elvira.**- Médico Pediatra, Pediatra Referente del Primer nivel de Atención – Montevideo - RAP -ASSE.
15. **Tomasina, Fernando.**- Médico especializado en Salud Ocupacional Administración de Servicios de Salud y Epidemiología, Profesor del Dpto. de Salud Ocupacional de la Facultad de Medicina, Udelar.
16. **Touyá Eduardo.**- Médico, Prof. Emerito, Ex – Decano de la Facultad de Medicina, Ex – Director General de la Salud del Ministerio de Salud Publica.

(*) E – mail: mabelburger103@hotmail.com

(**) E- mail: dposer16@gmail.com

INDICE DE CONTENIDOS

Prólogo:

Dr. Touyá	3
-----------------	---

Introducción

Dra. Burger	11
-------------------	----

Capítulo I

Generalidades sobre Plomo

Dra. Burger	1
-------------------	---

Capítulo II

Barrio La Teja. Breve reseña Histórica.

Dra. Burger	21
-------------------	----

Capítulo III

Contaminación por Plomo en Uruguay.

Dres Burger y Pose	27
--------------------------	----

Capítulo IV

Determinación de Plomo en sangre:

Fundamentos de la Metodología Analítica

Dra. Mañay	57
------------------	----

Capítulo V

Registro y Análisis de los datos obtenidos.

Ing. Quím. Dol, QF. Alvarez.	75
-----------------------------------	----

Capítulo VI

Plomo en el Ambiente Intradomiciliario.

Ing. Quím. Gristo, Ing. Quím. Salvarrey	85
---	----

Capítulo VII

Plomo en el Ambiente Extradomiciliario

M.Sc. Quím. Feola, Lic. Geól. González	107
--	-----

Capítulo VIII

Exposición Humana, Fuentes y Vías de Ingreso

Dres. Pose y Burger	141
---------------------------	-----

..

Capítulo IX

Mecanismos de Acción Tóxica.

Dra Burger	149
------------------	-----

Capítulo X

Poblaciones Vulnerables:

Niños y Mujer Embarazada.

Dres. Siscar y Pose	157
---------------------------	-----

Capítulo XI

Poblaciones Vulnerables:

Exposición Laboral a Plomo

Dres. Laborde, De Ben, Tomasina 175

Capítulo XII

Efectos a la Salud

Dres. Burger y Pose 191

Capítulo XIII

Medidas de Intervención en Salud y Ambiente

Dr. Pose 197

Capítulo XIV

Hacia una Salud Integral:

La Sociedad Civil y la Contaminación por Plomo.

Dr. Renfrew 209

Capítulo XV

Ambiente y Salud: de la Detección y la Prevención...

a la Promoción de Salud

Dres. Ruocco y Pose 229

.

Consideraciones Finales

Ing. Quím. Gristo, Dres. Burger y Pose. 247

INTRODUCCIÓN

Este libro está dirigido a los profesionales de la salud y el ambiente, entendiendo por tales a médicos, sobre todo pediatras, toxicólogos, médicos de familia, epidemiólogos, enfermeras/os, trabajadoras/es sociales, a profesionales vinculados al ambiente, químicos, ingenieros, sociólogos, agrónomos y comunicadores sociales; a los estudiantes de todas estas y otras disciplinas y también y no menos importante a la comunidad en general.

Nuestros objetivos no son otros que hacer conocer los riesgos de la contaminación ambiental y sus efectos a la salud humana con énfasis en las poblaciones más vulnerables causados por un metal tan conocido desde la antigüedad como es el plomo.

Existe una gran producción científica a nivel internacional sobre este metal, por lo difundido de su uso y los ya conocidos efectos nocivos, que constantemente es actualizada, sin embargo no ha sucedido lo mismo en nuestro país, sus efectos no habían sido suficientemente evaluados a nivel de la salud humana y menos aún cuando éstos tienen su origen a partir de la contaminación ambiental.

Fue a partir de los acontecimientos vividos en el Uruguay en el año 2001 que toma estado público todo lo referente a la contaminación ambiental por Plomo que moviliza a la comunidad científica y a gran parte de la población de un barrio montevideano.

La experiencia acumulada y el conocimiento generado a lo largo de años de trabajo en sus respectivas disciplinas y en los episodios arriba señalados, llevó a los autores a plantearse la necesidad de transmitirlo, con el objetivo fundamental de que conociendo el problema, se pueda evitar llegar a una situación similar a la aquí mencionada. Sentíamos que teníamos un “debe” al no haber llevado a cabo este trabajo antes, por suerte encontramos el momento de ponerlo en práctica y el resultado es esta publicación.

La mayoría de los autores de este libro integraron la llamada Comisión Interinstitucional del Plomo creada a instancias del Ministerio de Salud Pública en el año 2001.

En nuestro país era bien conocido a nivel médico el efecto a la salud causado por el plomo en determinado grupo de trabajadores expuestos, por ejemplo a nivel de los linotipistas en las imprentas, o en los trabajadores que reciclaban baterías de automóviles. Estos cuadros llegaban a ser de tal gravedad que los médicos se enfrentaban a episodios agudos graves dentro del cuadro clínico general del llamado "saturnismo", enfermedad reconocida como de origen profesional por el Banco de Seguros del Estado de nuestro país, desde hace décadas.

A medida que las condiciones de trabajo fueron mejorando y se sustituyeron por ejemplo, los linotipos de plomo estos cuadros fueron desapareciendo y hoy en día es mucho menos frecuente de ver.

Corresponde también mencionar que hay antecedentes en el país de los efectos de este metal a nivel de niños, hijos de trabajadores informales que reciclaban baterías e incluso utilizaban sus carcasas en la confección de sus viviendas, la carga ambiental del plomo llegó a ser tan importante en el núcleo familiar que se conocieron cuadros clínicos graves, e incluso mortales, manifestándose en los niños como una encefalopatía aguda.

Sin embargo no se conocía en nuestro país que pudiera haber un contaminante químico ambiental que llevara a una situación tan preocupante como fue la vivida por gran parte de la población de un barrio del oeste del departamento de Montevideo en el año 2001.

La contaminación ambiental de origen químico no era considerada como causante de problemas de salud a la población, los episodios vividos a partir del año 2001 demostraron que un contaminante químico ambiental puede transformarse en un problema de salud pública.

Procesos productivos como las fundiciones, reciclado de chatarra, siguieron en marcha a nivel industrial e hicieron que este metal debido a una casi ausencia de gestión ambiental adecuada, fuera integrándose a nuestro ambiente, a través de los suelos, agua, aire, alimentos, utensilios domésticos, y muchos otros, que hacen que el metal ingrese al organismo humano en forma lenta, silenciosa, pero en forma reiterada y cotidiana. En esta forma de ingreso no vamos a comprobar, salvo excepciones, cuadros clínicos floridos como en el anteriormente señalado "saturnismo", o la "encefalopatía aguda del niño" sino que vamos a comprobar efectos mucho más inespecíficos que solo, conociéndolos será posible buscarlos y diagnosticarlos.

También vamos a mostrar como deben llevarse a cabo los estudios de evaluación ambiental de un contaminante químico en las diversas matrices ambientales, la metodología de análisis ambiental ha quedado bien establecida en el país, y servirá de base para cualquier otra investigación que pudiera llevarse a cabo.

A estos efectos y a la metodología de estudio aplicada, es que nos vamos a referir en este libro, como puede el plomo generado antropogénicamente por el hombre depositarse en el ambiente y causar daño a la salud humana.

Vamos a desarrollar los conceptos generales de este metal, sus orígenes, formas químicas existentes en el ambiente, fuentes de exposición para el ser humano, usos actuales del mismo, formas de exposición humana, mecanismos por los cuales este metal causa daño a la salud, casos clínicos de exposición aguda y crónica a nivel laboral, mecanismos de intervención médica y ambiental, análisis y evaluación ambiental y como prevenir y disminuir los riesgos a la salud.

Puede que los objetivos planteados sean muy ambiciosos, tal vez no puedan ser todos suficientemente cumplidos, pero creemos que vamos a hacer un aporte desde la problemática ambiental del plomo a la salud y al ambiente.

Dra. Mabel Burger

Capítulo I

Generalidades sobre Plomo

Dres. Burger, Pose.

Los metales son posiblemente los tóxicos más antiguos conocidos por el ser humano. Difieren de otras sustancias químicas en que no son ni creados ni destruidos por el hombre. (1)

El hecho de no poderse destruir y su bioacumulación en los ecosistemas, hace de ellos una preocupación importante como elementos tóxicos.

Los factores de riesgo que hacen a la toxicidad de un metal son: la forma química del metal, dosis, vías de exposición, duración y frecuencia de la exposición, la capacidad de biotransformación, la edad y género de la persona expuesta y con el plomo en particular, la etapa de vida en la que esta persona se expone sobre todo la etapa prenatal.

Los metales se encuentran en forma aislada como tales o combinados formando minerales. Los minerales constituyen parte de la corteza terrestre, formando depósitos superficiales o profundos en donde se encuentran concentrados, o bien disueltos en el agua de los mares y océanos, constituyendo lo que se conoce como ciclos hidrogeológicos responsables de parte de la contaminación de aire, suelos, agua y alimentos. (5)

La contaminación ambiental natural por metales se produce a partir de actividades volcánicas, procesos de erosión, escapes espontáneos de depósitos profundos y superficiales.

La concentración de algunos metales se puede elevar tanto que llega a constituir una contaminación, la cual puede ser de origen natural, de acuerdo a un ciclo biogeoquímico o bien puede ser causada por la actividad humana, ésta última es la llamada antropogénica. Esta actividad antropogénica colabora con la biomagnificación de los metales a partir de distintas actividades humanas como la minería, agricultura, industrias, etc..

Algunos metales llamados oligoelementos (Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, V, Ni, Na, K, Ca, Mg), forman parte de nuestro organismo, se les encuentra en concentraciones muy bajas, formando parte de enzimas y co-enzimas, e interviniendo en reacciones químicas redox e intercambios electrónicos en procesos celulares imprescindibles para la vida.

El metal objeto de estudio de este libro, el Plomo, no es necesario para nuestro organismo, si lo encontramos en nuestros líquidos biológicos y en nuestros órganos es porque ha ingresado desde el ambiente exterior. Es un xenobiótico no necesario en el organismo humano para ninguna función.

El Plomo (Pb) se ha extraído de la corteza terrestre y es utilizado por el hombre desde hace más de 5.000 años. Los depósitos naturales mas conocidos se encuentran en Canadá, EEUU, México, Perú, Europa, Asia y Australia. Las emisiones naturales alcanzan a 19.000 Ton/año por los desgastes geológicos y emisiones volcánicas. De la actividad antropogénica se estima que se generan 120 a 130.000 Ton/año.

Durante todo este tiempo el plomo natural o antropogénico ha sido introducido en el ambiente a nivel mundial a través del transporte de la atmósfera.

Las primeras descripciones de los efectos que causa este metal a la salud del hombre fueron descritos por Hipócrates en el 370 aC vinculados al ambiente laboral, se trataba de un hombre con fuertes dolores abdominales que extraía metales.

Es uno de los metales más conocidos desde la antigüedad, teniendo un uso muy diverso, no solo a nivel industrial sino que está presente de diversas formas en nuestro propio hogar.

Hay evidencias de su uso en el este Asiático, desde el año 4 mil aC. Lo emplearon los egipcios, los babilonios y los fenicios explotaron minas de plomo en España desde el año 2 mil aC. (6) Se ha planteado que en parte

es el causante de la decadencia del Imperio Romano, debido a los efectos a la salud causados por el uso de vajilla para beber y comer en base a plomo, a las que accedía la clase alta, así como las cañerías de plomo para el transporte de agua, y la presencia de este metal en el vino que bebían. En la Edad Media tuvo un uso extendido para techar edificios públicos y catedrales. Este uso masivo, es la causa de que la intoxicación por plomo, se conozca desde hace mas de 2 mil años. (6)

El Plomo es fácil de extraer, fácil de trabajarlo, es maleable, fácil de fundir, quizás por todas estas cualidades, y otras es que es uno de los metales que más se ha utilizado y se sigue utilizando.

Antes de la revolución industrial el plomo antropogénico ha sido emitido de los subproductos de las minas y de la fundición de plomo, cobre y plata. A partir del siglo XVIII, la combustión de carbón conteniendo plomo fue la principal fuente de las emisiones industriales. A partir de 1920 el plomo contenido en las naftas para automóviles, superó a todas las otras fuentes previas.

Más del 95% del plomo actual depositado en el ambiente es de origen antropogénico. Hay estudios muy interesantes que demuestran que el hombre ha estado expuesto a este metal desde la época prehistórica. Para autores como Bondy y Prasad (3) el contenido de plomo en los huesos del hombre moderno es entre 10 y 100 veces mayor que en el hombre prehistórico. Hay datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que muestran que el plomo en los hielos de Groenlandia ha ido en franco aumento a partir de los años 1940-50 adjudicándose esto al alto contenido de plomo en las naftas que medido en microgr/K pasó de 0.10 en 1940 a 0,25 en 1950.

La producción mundial de plomo en el siglo XX fue en creciente aumento a partir de la década del 50 y se mantuvo en altos niveles hasta los años 80, para ir disminuyendo luego, sin embargo se calcula que la producción mundial actual de plomo es de aproximadamente de 3,5 millones de toneladas anuales.

Es uno de los metales que tiene mayor uso tanto a nivel industrial como doméstico, y en el caso de nuestro país, si bien no tenemos minas de plomo, ni eventos naturales que depositen plomo en el ambiente, hemos tenido en las primeras décadas del siglo XX un desarrollo industrial medianamente considerable, que no fue acompañado de una gestión ambiental adecuada, que hizo que el “pasivo” industrial fuera incorporándose a:

- nuestros suelos, dando lugar a los hoy llamados “sitios contaminados”,
- al agua, a partir de varias fuentes, pero además teniendo en cuenta que la empresa estatal responsable del servicio de agua potable para la población, utilizó en su red de distribución, cañerías de plomo, permaneciendo aún hoy, siglo XXI una vasta red de cañerías con dicho componente,
- al aire, debido a las emisiones de plantas industriales, y sobre todo del parque automotor que hasta hace muy pocos años mantenía las naftas con tetraetilo de plomo, hoy retiradas, pero recordando que la nafta “sin plomo” paradójicamente es la más costosa,
- a los alimentos, juguetes, utensilios de uso doméstico, etc..

Todo esto será ampliamente detallado más adelante. Con este uso tan intensivo a nivel industrial es muy difícil que no exista exposición humana.

Hoy se sabe que prácticamente no hay país que no tenga “sitios contaminados” por Plomo y otros metales, así como otras sustancias químicas, que se han ido descubriendo de diferentes formas; en nuestro país se descubre en un barrio al oeste de la ciudad de Montevideo, “La Teja”, a consecuencia de denuncias de la población que allí residía, a punto de partida de un caso clínico (niño con niveles altos de plomo en sangre), hecho éste que desencadenará la secuencia de acontecimientos que pasaremos a relatar en cada uno de los capítulos siguientes.

En forma muy resumida diremos que, los minerales del cual se extrae el plomo son la galena (sulfuro de plomo), la cerusita (carbonato de plomo), la anglesita (sulfato de plomo), cromatos, arseniatos y otros. (2)

Se trata de un metal pesado, blando, resistente a la corrosión, de color gris azulado, que oscurece rápidamente con el aire, siendo su punto de ebullición de 1740°C, emitiendo vapores a partir de los 550°C. No es biodegradable. (1)

Existen compuestos orgánicos e inorgánicos del plomo, dentro de los primeros tenemos el tetraetilo y el tetrametilo de plomo, son muy conocidos ya que se utilizan como aditivos en las naftas con el efecto antidetonante. Otros como el estearato de plomo utilizado en la fabricación de algunos plásticos, es uno de las sales de plomo utilizada como estabilizante del PVC.

Dentro de los compuestos inorgánicos está el litargirio u óxido de plomo de color anaranjado, dióxido de plomo o plomo gris, el minio o plomo rojo con variados usos industriales, sobre todo en la fabricación de pinturas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1) Casarett and Doull's.- Toxicology The Basic Science of Poisons. Unidad 5, pag. 943, 7ª. Edition, 2008 - Ed.C. Klaassen PhD.
- 2) Fogel E. y col.- Patología Toxicológica. Of. Del Libro, Montevideo, Uruguay, Nov. 2000.-pag.242-255.
- 3) Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS/OMS, Ed-Limusa, 1988, Cap.I, pag.43.
- 4) Bondy S., Prasad K.-Metal Neurotoxicity Ed.CRC Press, 1988, Cap. I.
- 5) Ellenhorn , Barceloux, Medical Toxicology, Diagnosis and Treatment of Human Poisoning - Elsevier 1988
- 6) Osório L.S. , Tovar A.T - Facultad de Bioanálisis, Universidad Autónoma Veracruzana, Xalapa, Veracruz, Laboratorio de Química Analítica, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Química, UNAM, México, DF. - Capítulo 11 – Plomo
<http://www.cepis.o.g.pe/bvstox/fulltext/toxico/toxico-03a11.pdf>.

Capítulo II

Barrio “La Teja” - Breve reseña histórica

Dra. Burger

No es el objetivo de este libro hablar de la historia de nuestro país, ni siquiera pretender dar datos históricos completos del barrio que es motivo de este trabajo, ya que respetamos mucho a los historiadores como para incursionar en estos temas. Por lo tanto solo pretendemos señalar algunos hechos puntuales para recordar como se originó, creció y se desarrolló, una zona del departamento de Montevideo, que años después fue perdiendo fuentes laborales y calidad de vida para sus habitantes que explican en parte los acontecimientos posteriores, vinculados al tema que nos ocupa.

La República Oriental del Uruguay es un país con 3.163.763 habitantes de los cuales 1:344.839 viven en la ciudad capital, Montevideo, según datos del censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística del año 2006. Las principales actividades productivas del país están vinculadas a la agricultura, ganadería, servicios y en los últimos años turismo.



[Mapa: Servicio Geográfico Militar \(SGM\)](#)

En las décadas del cincuenta y sesenta se logró un importante desarrollo industrial principalmente en las zonas periféricas de la ciudad de Montevideo, y en los Departamentos del litoral oeste y Canelones.

Es bueno recordar como surge el llamado hoy barrio La Teja, fue creado en 1842 por el inmigrante inglés Samuel Fisher Lafone, fue diseñado con 122 manzanas, siendo llamado "Pueblo Victoria" en honor a la reina de Inglaterra, pero dada la forma de sus casas con techo a dos aguas, y sobre todo por el material que se utilizó para sus techos, popularmente se le conocía como "La Teja", nombre que definitivamente toma. En el año 1860 el pueblo Victoria tenía 4.500 habitantes.

Este pueblo fue levantado en terrenos del Sr. Lafone, hombre de negocios que realizó varias inversiones en el país, una de ellas fue la instalación del primer saladero justamente en La Teja, siendo un modelo para su época. El varadero de La Teja y los terrenos que ocupaba el saladero fueron adquiridos por el Estado en el año 1914, allí y en terrenos ganados al mar por la obra del puerto de Montevideo se instalaría la actual planta de ANCAP.

El barrio La Teja al oeste de la ciudad de Montevideo, constituyó entonces un importante polo industrial conformado por diversas industrias, como curtiembres, metalúrgicas, textiles, frigoríficos, fábricas de baterías, de vidrio, industria química, fundiciones, cartonerías, hornos de ladrillos, fábricas de almidón, jabón, velas, etc.

Es importante señalar que ANCAP primer Ente industrial del estado uruguayo nace en el año 1931, el día 15 de octubre de ese año, la Asamblea General decreta: artículo 1: Créase el primer Ente industrial del Estado que se denominará "Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland" con el cometido de explotar, y administrar....." (Ley 8.764), luego siguen 11 artículos que dieron forma y perfil al nuevo Ente.

La Refinería de La Teja comienza a funcionar en el año 1937 con capacidad para refinar 600 metros cúbicos de petróleo crudo por día, en el año 1950 refinaba 4.100 metros cúbicos por día. Es interesante conocer que la primera compra de crudo se hizo a la URSS, y de ahí viene el origen de la palabra "nafta" para los uruguayos, ya que nafta significa gasolina en el idioma ruso. ANCAP dará un gran impulso a este barrio montevideano, ya que será fuente de trabajo para muchos.



Foto aérea 1950
www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=54005

Estas zonas fabriles se fueron poblando con los trabajadores y sus familias, y el barrio fue adquiriendo todos los servicios necesarios para su desarrollo, escuelas, liceos, centros de salud, lugares de recreación, comunicaciones, etc.

Este importante desarrollo industrial, no se acompañó en su momento de una adecuada gestión ambiental, de las emisiones al aire, de los vertidos de efluentes industriales, (consideremos que por este barrio pasan dos arroyos Pantanoso y Miguelete), ni de la disposición de residuos sólidos, debido quizás a que no existía una cultura de protección ambiental, recordemos que no existía en esa época el Ministerio de Medio Ambiente.

Tiempo después se podrá comprobar cual era la calidad de agua y el entorno de estos arroyos, donde muchas industrias volcaban sus residuos líquidos y sólidos sin tratamientos previos.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas, a través de su Dirección Nacional de Hidrografía controlaba en parte la calidad de algunos efluentes industriales, pero evidentemente que no era su cometido principal.

Por los años 1960-70, era frecuente escuchar hasta en los ámbitos académicos, de que nuestros fuertes vientos del sur este, podían limpiar el aire de las emisiones industriales.

Pero como ocurre muy frecuentemente, todo período de esplendor puede ser seguido de la decadencia, y así ocurrió a partir de la década de los ochenta, se fueron cerrando fábricas, se fueron perdiendo por consiguiente muchas fuentes de trabajo, con el consecuente deterioro de las condiciones socioeconómicas.

La crisis económica se fue acrecentando, afectando también la producción en el campo y por consiguiente muchas familias del interior del país, abandonan el campo y se vienen a la periferia de la capital, Montevideo, instalándose en lo que conocemos hoy como asentamientos irregulares, rodeando la ciudad por el lado oeste, norte y noreste.



blasapisguncuevas.blogcindario.com/2009/08/04.

Según datos del PIAI (Programa de Integración de Asentamientos Irregulares), en el año 2006, existen alrededor de 195.772 personas viviendo en asentamientos irregulares, de los cuales 144.707 en la ciudad

de Montevideo, y 51.065 en el interior del país, ocupando en total 53.638 viviendas.

Los predios abandonados por las industrias con todo su pasivo industrial sin ningún tipo de tratamiento, fueron progresivamente siendo ocupados, instalándose familias, en viviendas muy precarias, sin saneamiento, sin acceso a agua potable, tampoco electricidad, es decir sin ningún servicio básico para hacer habitable una zona.

El barrio La Teja presenta en sus terrenos zonas desniveladas, fácilmente inundables, que justamente fueron siendo rellenadas con los pasivos industriales de la zona, lo que va a dar después consecuencias muy importante para la contaminación de los suelos y fuentes de agua.

La situación se agrava aún más ya que al no tener una fuente laboral formal, los habitantes comienzan con actividades informales de alto riesgo ambiental, como la recolección y clasificación de residuos domiciliarios, recolección de chatarra, quema de cables para recuperar y vender cobre, y otras actividades.

En suma, un barrio que nace con gran empuje de sus fundadores y pobladores, que crece y se desarrolla y va dejando de lado la gestión ambiental, al cabo de varias décadas, da lugar a una problemática ambiental que repercute sobre la salud de sus habitantes.

Documentos consultados :

- Goldaracena R. Barrios de Montevideo.- www.mundomatero.com.proyectos/cristel
- La teja html www.larepublica.com.uy 15/10/2006, Num.2341
- Insituto Nacional de Estadística - Uruguay. www.ine.gub.uy/

Capítulo III

Contaminación por Plomo en Uruguay

Dres. Burger, Pose

En este capítulo describiremos la problemática social y sanitaria vivida en nuestro país a partir del año 2001 en relación a la contaminación ambiental por plomo y sus efectos sobre la población involucrada.

Hasta esta fecha del punto de vista médico se conocían casos clínicos aislados, de pacientes expuestos a plomo, ya fuera en su actividad laboral formal o informal, y/o exposiciones de grupos familiares que por su actividad laboral informal fueron afectados.

Este conocimiento médico se difundía a través de Congresos, Jornadas, Ateneos en el ámbito académico y en publicaciones nacionales.

Es importante señalar que en el reciclado de baterías, la fundición de las placas (realizados con un manejo nada cuidadoso del proceso en si); el uso de las carcasas para la construcción de viviendas precarias, o la disposición final de la escoria de esa fundición, eran los procesos más frecuentemente conocidos como causa de exposición a plomo.

Estos procesos dieron lugar a cuadros clínicos agudos de intoxicación tanto en niños como en adultos, muchos de ellos graves e incluso mortales.

Se vieron involucrados en este tipo de exposición grupos familiares integrados por adultos y niños que presentaron cuadros agudos de intoxicación por plomo que se encuentran registrados en la base de datos del Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina, y que con seguridad integran el registro de pacientes del Hospital Pediátrico, entre los años 1977- 80. Hasta ese momento no constituía por lo tanto un problema de salud pública, ya que repetimos eran casos aislados.

En ese periodo y hasta varios años después, década del 90, hay publicaciones nacionales de investigadores de la Cátedra de Toxicología Analítica de la Facultad de Química sobre niveles de plomo en sangre de

personas que viven en las inmediaciones de fundiciones de metales, estudios comparativos de valores de plumbemia de poblaciones expuestas y no expuestas, que tenían por objetivo determinar los valores de la población general y de la población expuesta. (Ver Cap. V)

El Banco de Seguros del estado reconoce el "Saturnismo" como enfermedad profesional desde tiempo atrás.

Hasta aquí, en forma resumida lo conocido y divulgado de la patología del plomo a nivel nacional. Hasta entonces no se tenía experiencia por no haberse conocido una exposición ambiental de un contaminante químico en una extensa población.

Como ya lo expresáramos en el capítulo anterior, el barrio La Teja era justamente uno de los polos industriales más importantes y que a partir de la década de los ochenta por la crisis económica comienzan a cerrarse industrias, desaparecen varias fuentes laborales formales, y a la crisis en las industrias se agrega la crisis del agro, con lo cual emigran hacia la capital familias procedentes del campo.

En los años siguientes los predios previamente ocupados por las industrias fueron abandonados, y ocupados por familias sin trabajo, cuya fuente de ingresos pasó a ser muchas veces trabajo informal como la recolección y clasificación de residuos domiciliarios, recolección, clasificación y reciclado de chatarra, quema de cables y otras actividades informales.

Surgen por lo tanto núcleos poblacionales que se instalan y dan lugar a los llamados "asentamientos irregulares" en el cinturón periférico de la capital de país, y en las antiguas zonas industriales como la Teja.

En este contexto, en octubre del año 2000 un médico pediatra del barrio La Teja solicita consulta al Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina (CIAT) por el caso de un niño pequeño de 6 años de edad, portador de una anemia clínica y de laboratorio, cuya causa no quedaba clara, y tampoco había una respuesta favorable al tratamiento empleado.

El pediatra con muy buen criterio se plantea la etiología del plomo, y solicita al CIAT (Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico) de la Facultad de Medicina, dosificación de plomo en sangre (plombemia) obteniéndose un valor de 31 µgr/dl.

Con esta información se considera el caso en el Ateneo clínico del CIAT, el niño era portador de dos hechos capitales, anemia, y plumbemia francamente elevadas por lo que se concluye que tiene una exposición a plomo que ya generó síntomas (la anemia), lo que constituye una intoxicación por plomo por lo que se decide citar a los padres y al niño con dos objetivos bien determinados:

- 1) Elaborar una completa historia clínica ambiental con el fin de buscar la fuente de exposición al plomo dado los altos valores encontrados.
- 2) Evaluar los efectos a la salud ocasionados, más allá de la anemia ya instalada.

Surge de la historia clínica que el niño vivía desde su nacimiento en las inmediaciones de una antigua fundición actualmente abandonada, donde acostumbraba jugar y en terrenos vecinos se sigue fundiendo plomo y otros metales. Sus padres no desarrollaban ninguna actividad laboral con exposición a plomo.

Luego de haber descartado otras fuentes de exposición intradomiciliaria a plomo, se llega a la conclusión que se trata de una intoxicación por plomo de origen ambiental y que corresponde notificar este caso a las autoridades pertinentes: Ministerio de Salud Pública (MSP), Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) e Intendencia Municipal de Montevideo (IMM) a los efectos de que se lleve a cabo la evaluación ambiental pertinente.

Se continúa con la asistencia del niño, se lleva a cabo una tarea de educación a los padres sobre las mínimas medidas de prevención a tomar

frente a esta situación, y ante los hechos la familia se traslada a otra vivienda.

Es a partir de entonces que los valores de plomo en sangre del niño comienzan a descender, la anemia mejora, quedando fehacientemente comprobado que el origen de la exposición al plomo era ambiental extradomiciliario.

En Enero de 2001 la Dirección del CIAT es convocada por la Dirección General de la Salud del MSP, con el fin de informar sobre la problemática planteada por los vecinos del barrio La Teja, que ya se había hecho de conocimiento público a través de la prensa.

A esa altura varios padres habían concurrido con sus hijos al CIAT solicitando la investigación de plomo en sangre, todos procedentes del mismo barrio (La Teja) alarmados por lo que se comenzaba a vislumbrar: muchas familias vivían en las inmediaciones o en los propios terrenos abandonados de antiguas fundiciones y metalúrgicas.

Los vecinos comienzan a organizarse y a informarse, concurren al CIAT mostrándonos cuales pueden ser todas las posibles fuentes de exposición a plomo, más allá de las primariamente planteada frente al caso índice.

También concurren con resultados de plumbemias realizados en diferentes laboratorios con diferentes valores (algunos de ellos incompatibles con la vida que fueron procesados en laboratorios no preparados para el estudio en líquidos biológicos).

Los motivos de consultas fueron variados y numerosos, haciéndose muy difícil dar cumplimiento a los mismos. Desde octubre a febrero del 2001 el Departamento de Toxicología se vio ampliamente desbordado.

El Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina con su Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico (CIAT) tiene una infraestructura adecuada a sus funciones primordiales: asistenciales que son dar información y asesoramiento frente a toda probable intoxicación por

sustancias químicas para todo el país, su actividad docente (en la formación del médico) y de investigación.

En febrero de 2001, a instancias del MSP se crea la Comisión Interinstitucional del Plomo, llamada así en sus comienzos, integrada por el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, (MVOTMA), Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, (MTSS), Ministerio de Industria, Energía y Minería, (MIEM), Intendencia Municipal de Montevideo, (IMdeM), Universidad de la República (Facultades de Medicina y Química), Obras Sanitarias del Estado, (OSE), Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP) Banco de Previsión Social (BPS), Banco de Seguros del Estado, (BSE), Instituto Nacional del Menor (INAME), Instituto Nacional de Alimentación (INDA), médicos y químicos del MSP, siendo presidida por la Dirección General de la Salud del MSP.

Puntualmente son invitados técnicos de otros organismos que pudieran tener relación con la temática.

Su objetivo fundamental es estudiar la situación de la contaminación ambiental por plomo comenzando con el barrio La Teja, posteriormente ampliada a otras zonas del Departamento de Montevideo y Canelones.

Para ello comienza por fijar las pautas de Diagnóstico de Exposición Ambiental a Plomo, Tratamiento, seguimiento de los casos y Educación y Prevención en la temática.

Pasa a reunirse semanalmente en dependencias del MSP, convocándose además a partir de la segunda reunión a la delegación de los vecinos del barrio La Teja ya organizados. Esta delegación ingresaba a la sala al finalizar las sesiones a fin de mantenerlos informados de todo lo actuado y además escuchar sus planteos.

El 28 de febrero del mismo año y ante la demanda de los vecinos se lleva a cabo una reunión abierta de dicha Comisión en el Centro Comunal 14,

donde concurre una multitud de personas, se les escucha, se les informa, y se les comunica que a partir de ese día se le va a realizar una plumbemia a todo aquel que lo solicite. Es decir se comienza a trabajar a demanda.

Esta resolución que luego se comprueba fue equivocada, solo se entiende en el marco del momento que se vivía, la población se había informado de los efectos a la salud causados por el plomo y exigía de las autoridades de gobierno diagnósticos, tratamientos e intervenciones ambientales urgentes.

Se comenzó investigando el caso índice que fuera comunicado por el Departamento de Toxicología, se investigó la vivienda, las viviendas cercanas, en un radio inicial de 2 manzanas, se habló con los habitantes de las mismas, buscando el origen de la contaminación.

Las primeras decisiones que se fueron tomando tienen que ver con la organización asistencial de la población de mayor riesgo. Siendo el contaminante en cuestión el plomo, la población de mayor riesgo es la infantil, y la mujer embarazada.

Por lo tanto, se resuelve que los Centros de Salud que se van a ocupar de esta problemática tienen que contar con pediatra, y lo segundo es que la asistencia se hará en los centros asistenciales de la zona, primer nivel de atención; para evitar que la población tenga que desplazarse.

Con estos dos fundamentos, necesidad de centros asistenciales en la zona primariamente afectada, e importancia de integrar esta patología a la asistencia pediátrica normal, el día 12 de marzo se integran 6 centros asistenciales del lugar: Policlínica Aquiles Lanza, La Teja, La Teja Barrial, La Tierrita, Policlínica de Medicina Familiar Capolonia y el Centro Móvil Cerro. Estos centros asistenciales dependen del MSP y de la IMdeM.

Cabe señalar que hasta ser tomada esta resolución el único centro asistencial que venía cubriendo esta demanda con 2 días de policlínica semanales, era el CIAT, que siguió también después de instrumentado este mecanismo, como centro referencial para casos más problemáticos.

Concomitantemente el llamado "Equipo de Salud" dentro de la propia Comisión diseña una historia clínica tipo para ser utilizada en todos los centros asistenciales con el objetivo de recabar similar información. En ella constan los datos filiatorios del paciente, sus antecedentes personales, familiares, los datos de la vivienda, su entorno, industrias aledañas, ocupación laboral de los padres, completándose con un examen físico completo y exámenes paraclínicos.

Fue el comienzo de una historia clínica ambiental que se perfeccionaría en el andar y que tomaría como modelo la propuesta por la OMS para los casos de contaminación ambiental infantil.

En forma simultánea la Comisión tuvo que definir cual sería el laboratorio de análisis encargado de llevar adelante el estudio de niveles de plomo en sangre (plombemia). Se decide seleccionar un solo laboratorio a los efectos de tener datos comparables, y en virtud de la probada experiencia en las técnicas analíticas para metales, y por tener control de calidad a nivel internacional (Suecia) se opta por unanimidad por la Cátedra de Toxicología Analítica y Ambiental de la Facultad de Química.

A continuación se instrumenta el mecanismo de recolección diaria de las muestras de sangre desde el lugar de la extracción (Policlínicas antes mencionadas) hasta el laboratorio de la Facultad de Química.

Facultad de Química informa que puede procesar hasta 50 muestras diarias, luego se verá que llegan a hacerse cerca del doble por día de esta cifra.

Una vez procesadas las muestras, Facultad de Química remite en forma diaria vía fax a la División Epidemiología del MSP, los resultados de las plumbemias, tanto de los usuarios de Salud Pública, IMdeM, CIAT como las procedentes del mutualismo.

Se comienza casi simultáneamente con una campaña de información y medidas preventivas a tomar por parte de los padres o adultos a cargo de los niños, a través de la elaboración de una Cartilla. En ella se explican las medidas preventivas básicas a llevar a cabo en el hogar y alrededores,

insistiendo en la higiene personal, evitar el contacto con el polvo o tierra dentro y fuera del hogar, o con pinturas descascaradas, describiendo cuales son las fuentes contaminantes más frecuentes.

Esta cartilla se entrega a cada paciente que es atendido en los centros asistenciales mencionados y también a la delegación de vecinos que concurre a la Comisión con el objetivo de que se difunda en la zona.

Al mes de haber comenzado a funcionar la Comisión, se define la población a estudiar y se resuelve que dado que el efecto mas importante es el daño neurocognitivo que ocasiona el plomo desde las más tempranas etapas de la vida (intrauterina), se va a estudiar a los niños menores de 15 años y a las mujeres embarazadas.

Una vez tomadas todas estas medidas que fueron rápidamente puestas en marcha, contando con el apoyo de todos los organismos participantes y de todos los profesionales involucrados, se lleva a cabo el 1er.Taller sobre Contaminación Ambiental por Plomo en el salón de Actos del MSP dirigido a los médicos pediatras, médicos de familia, médicos de las policlínicas zonales y médicos en general del sector público y mutual. Los docentes responsables del Taller provenían de la Universidad de la República.

Es bueno reconocer que no se tenía experiencia en el país de la existencia de una contaminación por plomo de origen ambiental, que afectara a un número tan importante de habitantes, como ya lo hemos expresado antes, solo se conocían a la fecha casos aislados, y sobre todo de origen laboral.

Concomitantemente se llevan a cabo reuniones entre la Dirección General de la Salud del MSP, los Profesores de las Clínicas Pediátricas de la Facultad de Medicina, los Toxicólogos del Departamento de Toxicología de la misma Facultad, y los médicos de las Policlínicas zonales a los efectos de establecer un protocolo de diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la población en estudio.

Se toman como referencia las recomendaciones del Centro de Control de Enfermedades (CDC) de Atlanta, EE.UU, y de la Academia Americana de Pediatría, como ha sido la norma en otros países frente a situaciones similares, llegándose en el mes de abril 2001 al siguiente acuerdo:

1.- El diagnóstico de contaminación ambiental por plomo se hará en base a la historia clínica ambiental prototipo, y al valor de la plumbemia, por dosificación de plomo en sangre venosa.

2.- Crear una Policlínica de referencia para todos los pacientes usuarios de Salud Pública, IMdeM y Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina que tengan valores de plumbemia por encima de 20 $\mu\text{gr.}/\text{dL}$, valor a partir del cual el CDC exige intervención médica. Los objetivos de su creación fueron por un lado el creciente número de niños con valores muy por encima de 20 $\mu\text{gr.}/\text{dL}$, la necesidad de uniformizar criterios clínicos de tratamiento y seguimiento, y la generación de conocimiento en esta temática.

Dicha Policlínica estará ubicada en la planta física del Hospital Pediátrico, Centro Hospitalario Pereira Rossell y el equipo médico actuante será un pediatra del MSP y de las clínicas pediátricas existentes, un médico Toxicólogo del CIAT y un médico de la División Salud Ambiental del MSP. Esta Policlínica comenzó a funcionar el 20 de Abril de 2001.

Una vez que los niños asistidos bajen sus niveles de plumbemia volverán a las Policlínicas zonales para su seguimiento.

Los niños que tengan desde su primer control de plumbemia valores por debajo de 20 $\mu\text{gr.}/\text{dL}$ serán seguidos por sus pediatras tratantes.

3.- El seguimiento y tratamiento se instrumentará de acuerdo a las recomendaciones del CDC, con algunas modificaciones a los efectos de adaptarlo a nuestra realidad. Las modificaciones introducidas tienen que ver con los plazos de repetición de las plumbemias en pacientes con valores por debajo de 20 $\mu\text{gr.}/\text{dL}$, y la frecuencia de la

consulta al pediatra, ya que en esta franja son fundamentales las medidas preventivas y el control médico más estricto a fin de no permitir que el niño aumente sus valores y pase al grupo de valores más altos.

4.- En caso de tener que utilizarse Antídotos el Departamento de Toxicología recomienda el D.M.S.A (Ácido dimercapto succínico) Dicha recomendación se basa en el hecho de ser un quelante más específico para plomo, su uso por vía oral, y el hecho de conocerse menos reacciones adversas hasta el momento. El MSP se responsabilizó de su compra.

Para facilitar todo este operativo el MSP determinó la asignación de un vehículo para el traslado de los niños desde sus domicilios hasta el Hospital Pediátrico, Centro Hospitalario Pereira Rossell y viceversa, que alterna sus días con los vehículos asignados por la IMdeM y el INAME (Instituto Nacional del Menor).

La Comisión considera oportuno solicitar a OPS una Consultoría Técnica sobre Contaminación Ambiental por Plomo. En el mes de abril concurre al país por el término de 3 días un médico Pediatra y Toxicólogo del Centro de Información Toxicológica de Porto Alegre, Brasil.

Del informe de su consultoría surge su coincidencia con lo actuado hasta el presente por el Equipo Interinstitucional recomendando el traslado de los niños menores de 2 años así como las mujeres embarazadas que vivan en lugares con alta contaminación de suelos.

Se lleva cabo un segundo Taller en el MSP dirigido a los médicos que están trabajando en las policlínicas zonales, con el objetivo de mostrar los primeros resultados de plumbemias, y las tendencias que se observan, como por ejemplo los valores más altos se ven en los niños más pequeños como era de esperar. Otro de los objetivos se refiere a la modalidad de entrega de los resultados de los exámenes practicados a los niños, (los originales se entregan a sus padres, quedando copia en la historia clínica), y

recomendando utilizar además esta entrevista para educar a los padres en las medidas preventivas fundamentales.

A esta altura se crea una base de datos donde se van ingresando los resultados de plumbemias, datos clínicos de los pacientes y los hallazgos que surgen de la evaluación ambiental. (VER Cap. V)

A medida que se van obteniendo resultados de plumbemias y de valores de plomo en suelos, la Comisión plantea la necesidad de conformar un grupo pequeño constituido por un técnico de la IMdeM, un técnico de DINAMA (Dirección Nacional de Medio Ambiente) del MVOTMA y dos técnicos del MSP, con el objetivo de realizar una visita al domicilio, a las familias cuyos niños tienen valores por encima de 20 $\mu\text{gr.}/\text{dL}$. Se evalúan los factores ambientales de cada hogar y se promueven las medidas de prevención adecuadas a cada caso.

Para ello se elaboró una ficha de acuerdo a los objetivos planteados, que debe ser completada en cada visita y luego anexada a la historia clínica ambiental del niño.

Se lleva a cabo un muestreo de suelo y polvo sedimentable en el hogar y alrededores, se toman muestras de agua intradomiciliaria, y de aire si el caso lo amerita. Se evalúa la vivienda, años de construida, tipo de construcción, pinturas, remodelaciones, comportamiento de los niños, sus hábitos y costumbres de juegos. Se interroga sobre actividades laborales formales o informales de los adultos que ocupan la vivienda.

A medida que va progresando la investigación y se va comprobando que la población con niveles de plomo más altos en general coincide con la población de menores recursos económicos, y que un 20% de los niños con valores más altos, vive en asentamientos irregulares, se resuelve:

- Convocar al INDA (Instituto Nacional de Alimentación) a los efectos de brindarles apoyo nutricional. Se define un plan de entrega de canastas con alimentos como la leche enriquecida en

hierro y calcio, lentejas, y otros que aporten los nutrientes más necesarios a las familias que tienen niños con valores por encima de 20 µgr./dL

Así como dentro de la Comisión había un “Equipo de Salud” que concretó todo lo referente a diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la población, también existe el llamado “Equipo Ambiental”.

Dicho equipo está integrado por técnicos representantes del MVOTMA, DINATEN (Dirección Nacional de Tecnología Nuclear), IMdeM, OSE, y DINAMA.

Este equipo ambiental se encarga de hacer la evaluación ambiental en los siguientes puntos:

- 1) Relevamiento exhaustivo de industrias instaladas en la zona. Fueron clausuradas desde el inicio tres fundiciones de la zona.
- 2) Muestreo sistemático de suelos, en círculos concéntricos hasta 1200 mts, con centro en la vivienda del primer caso índice. Luego se va ampliando la zona, evaluando la potencial influencia de ANCAP, a pedido de los vecinos.
- 3) Muestreo sistemático de calidad de aire de la zona, instalándose a tales efectos 4 medidores de calidad de aire para determinación de plomo.
- 4) Delimitación y evaluación de rellenos de los terrenos la zona. Determinación de áreas con contaminación por metales pesados.
- 5) Evaluación de la influencia de la descarga de efluentes de curtiembres en el área.

6) A partir del conocimiento de plombemias mayores a 20 µgr./dL, se comienza la evaluación ambiental de los domicilios y entornos correspondientes.

Estos dos equipos funcionaban en forma individual en la búsqueda específica de cada grupo, pero en cada una de las reuniones de la Comisión se discutían e intercambiaban opiniones entre ambos grupos a los efectos de ir conduciendo la investigación en forma adecuada, para obtener resultados serios.

A finales del mes de marzo se cambia la metodología de trabajo, se entiende que no corresponde trabajar a demanda, sino que a medida que el Equipo Ambiental va entregando los resultados de estudios en suelos, agua y aire, se define la población que se estudiará.

A continuación iremos mostrando los resultados obtenidos tanto a nivel de salud de la población como de la evaluación ambiental realizada.

RESULTADOS DE PRIMERAS PLOMBEMIAS.

Con fecha 6 de julio de 2001, la División Epidemiología del MSP ha ingresado a su base de datos 4409 resultados de plombemias de adultos y niños, a adultos correspondían solo 402 muestras, el resto eran niños hasta 14 años y mujeres embarazadas.

Los primeros resultados fueron los siguientes:

- 1861 (42%) valores de plomo en sangre por debajo de 10 µgr./dL
- 1694 (38%) valores entre 10-14 µgr./dL
- 596 (14%) valores entre 15 – 19 µgr./dL
- 248 (6%) valores entre 20 – 44 µgr./dL
- 7 casos valores por encima de 45 µgr./dL.

Puede comprobarse entonces que estábamos frente a una población que tenía un 58% de sus niños con valores francamente elevados de plomo en sangre, se hacía necesario investigar a fondo el origen de esta exposición.

Haciendo una distribución por sexo en esta muestra primaria, se comprueba que si bien niñas y niños en los primeros años de vida comparten valores de plomo en sangre similares, a medida que van creciendo las niñas descienden sus valores más rápidamente que los varones, se debe a comportamientos y juegos diferentes?.

Independientemente del sexo los valores más altos de plomo se concentran en los primeros años de vida, ello se vincula al comportamiento propio del niño en las primeras etapas de la vida, gateo, tipo de juegos en contacto con el suelo, llevar todo a la boca, etc..

No se encontraron diferencias en los valores de plumbemia según fueran usuarios de MSP, BPS, o sistema mutual, ya que en este último grupo también se registraron valores altos.

Este dato es de mucho valor, ya que demuestra que la contaminación ambiental por plomo no es exclusiva de las poblaciones de un solo barrio ni de una condición social de pobreza.

RESULTADOS DEL MUESTREO DE AIRE.

Este monitoreo se inicia una vez clausuradas las fundiciones de la zona, los resultados obtenidos en estas condiciones no evidenciaron problemas actuales de contaminación por plomo, ya que los valores estaban por debajo del límite permisible de la norma de la Environmental Protection Agency (EPA) de EE.UU, los cuales establecen un nivel de plomo de 0.5 microgr/m³ como media anual , y los valores más altos encontrados en la zona fueron de 0.1 microgr/m³. (Ver Cap. VII)

RESULTADOS DE MUESTREOS DE SUELOS.

Al no existir normativa nacional para evaluar la contaminación de suelos por metales pesados se ha tomado como referencia las Guías de la EPA y las Canadienses, éstas últimas establecen una concentración de plomo en suelo según los distintos uso del mismo:

Uso Agrícola..... 70 mgs/Kg

Uso Residencial....140 mgs/Kg

Uso Industrial..... 600 mgs/Kg

Uso Comercial.....260 mgs/Kg

Se debe tener en cuenta que estas guías son de las más estrictas a nivel internacional y que el valor recomendado para el uso residencial considera la ingesta de plomo del suelo por parte de los niños.

Los primeros estudios del metal en suelo los lleva a cabo la Dirección Nacional de Tecnología Nuclear (DINATEN) a partir de muestras tomadas por DINAMA e IMM. El primer informe emitido por DINATEN es el 28 de diciembre de 2000, y correspondieron a muestras tomadas de suelo superficial y polvo sedimentable de la vivienda correspondiente al caso clínico inicial.- Los valores obtenidos iban de 38 a 298 de plomo en suelo seco. Ya hay valores por encima de la norma canadiense previamente citada.

El segundo estudio se lleva a cabo en febrero de 2001 a partir de muestras también procedentes de la IMM y de DINAMA de suelos de una zona de la ciudad de Montevideo con alto tránsito vehicular y sin industrias.

Los resultados muestran altos niveles de plomo unido a bromo como consecuencia del agregado de dibromuro de etileno al tetraetilo de plomo de las naftas para evitar incrustaciones en los caños de escape. Estos resultados apoyan la incidencia del alto tránsito vehicular en la contaminación ambiental por plomo.

Posteriormente se analizan las muestras procedentes de suelos en profundidad en los alrededores de determinadas fundiciones de metal, encontrándose allí valores altos de plomo, cobre y zinc. (Marzo 2001).

A partir de estos resultados se plantea la hipótesis de que se hubieran realizado rellenos de terrenos en el pasado con desechos industriales que manejaban metales, ello es planteable ya que en determinadas áreas hay valores más altos de metales cuanto más profunda fue la muestra.

A partir de estos tres resultados, se planifica el muestreo de la zona a través de círculos concéntricos que tienen como centro la vivienda del caso índice, (calle Gowland), el primer círculo es a 200 mts., el segundo a 400, el tercero a 800 y el cuarto a 1.200. De cada uno de los círculos se toman 10 muestras, además se muestrean los suelos de la zona de la planta de ANCAP.

En un segundo muestreo se amplía el radio de acción y se toman muestras en círculos hasta 1850 metros del punto cero.

También en ese mismo año se toman muestras de zonas recreativas, centros educativos, espacios públicos. La mayoría de ellas mostraron valores por debajo de 140 mgs/Kg, en los casos que no fue así, se remedió.

Se encontraron valores muy elevados en áreas específicas, que son zonas afectadas por los rellenos de escoria de fundiciones o por la influencia de cañadas y vertidos industriales. El valor máximo detectado hasta la fecha (Julio 2001) asciende a 1861 mgs/Kg, de plomo en el asentamiento Rodolfo Rincón, indicando este resultado la toma de medidas urgentes a nivel ambiental y de la población allí establecida.

A medida que progresan los estudios que se llevan a cabo tanto a nivel de población afectada, como los estudios de matrices ambientales, se crean Sub-comisiones menos numerosas pero con objetivos más específicos, como la Asistencial, la de Evaluación de viviendas, la de Educación y Prevención, y Salud Ocupacional.

RESOLUCIONES QUE VA TOMANDO LA COMISION

A partir de Abril de 2001, se decide que se avanzará en los estudios ambientales, sobre todo muestras de suelo, polvo sedimentable y suelo en profundidad de acuerdo a lo previamente establecido (muestreo en anillos) y muestreo de zonas puntuales donde existieron industrias vinculadas al plomo o metales en general.

A medida que se van obteniendo estos resultados se comprueba que hay zonas como el Asentamiento Rodolfo Rincón e Inlasa que tienen valores de plomo en suelos muy altos por lo que se decide estudiar a la población de riesgo, niños y mujeres embarazadas, y luego de tener los resultados de esa población comenzar las visitas vivienda por vivienda buscando además otras causas.

Al encontrarse valores altos de plomo en muestras de suelo y sangre de los residentes de esas mismas zonas, y visitada la vivienda, se confirma la utilización de residuos sólidos provenientes de industrias de las zonas (metalúrgicas, curtiembres, fundiciones) que fueron utilizados años atrás como relleno de terrero con el fin de nivelarlos.- Se encontró no solo plomo (en algunas muestras con valores de hasta 6.000 microgr/gr de suelo seco) sino también cromo, cobre y zinc.

OSE también lleva a cabo estudios de plomo en agua potable, ya que la red de conexiones es fundamentalmente de plomo, a partir del año 1982 se prohíbe el uso de este metal en las nuevas conexiones y es sustituido por polietileno de alta y baja densidad, pero de ninguna manera han sido sustituidas en su totalidad las conexiones con cañería en base a plomo.

CONSIDERACIONES

De lo realizado hasta la fecha, julio de 2001 y de la correlación realizada entre los valores de plumbemia y tipo de vivienda, antigüedad de la misma, tipo de cañerías, valores de plomo en agua intradomiciliaria, valores en los

suelos intra y peridomiciliarios, valores en pinturas, actividades peridomicilio con plomo, ej., quema de cables, hábito de pica en la población infantil, se infiere que hay una población de riesgo (niños y mujeres embarazadas) con valores NO aceptables de plomo en sangre y que existen áreas dentro de la zona de La Teja, por ej. Rodolfo Rincón e Inlasa, donde los valores de plomo en suelos NO son aceptables para residencia.

En la gran mayoría de los casos los valores altos de plomo en sangre de la población coinciden con los valores altos de plomo en suelos, por lo cual la conclusión más importante a la que se ha llegado hasta la fecha, es que la fuente de contaminación ambiental por plomo en esta zona de la Teja, Rodolfo Rincón e Inlasa, se debe sobre todo a la existencia de plomo en los suelos, vinculado a relleno de terrenos con escoria de fundición o residuos sólidos de industrias , y también a terrenos inundables por cursos de agua donde son vertidos desechos industriales.

Las otras fuentes ambientales de plomo que se manejaron desde el comienzo, de acuerdo a la experiencia en otros países, y a la bibliografía consultada, como son las naftas con plomo en zonas de alto tránsito vehicular, pinturas con plomo, hábito de pica en los niños, plomo en agua potable, cerámicas vitrificadas como utensilios de cocina y otras, NO son las fuentes primordiales en estas zonas estudiadas, aunque sin duda cuando existen suman a las anteriores.

Por lo tanto se resuelve tomar las siguientes medidas:

- 1) El traslado de las familias expuestas al riesgo de contaminación con plomo. Se acuerda un criterio de priorización en función de áreas con situaciones de riesgo de carácter global y particular.

- 1- a) Riesgo de carácter GLOBAL: viviendas asentadas sobre terrenos rellenos o viviendas inundables que tienen valores por encima de la norma de plomo en sus suelos y no pueden ser remediadas por cementación superficial.

1- b) Riesgos de carácter PARTICULAR:

- A) Niños de 2 años y menos con valores de plomo en sangre de 20 microgr% y más en cuya vivienda se encontraron niveles de contaminación con plomo que no pueden ser remediados por estabilización con cemento.
- B) Niños con valores de plomo en sangre tan elevados que debieran recibir tratamiento quelante si no ha sido posible disminuir su riesgo de exposición.
- C) Mujeres embarazadas en cualquier edad de gestación viviendo en las zonas consideradas precedentemente de riesgo o en cuya vivienda se encontraran niveles de plomo altos, hasta que se proceda a su remediación.
- D) Niños de 2 años y menos con valores entre 15 y 19 microgr% en quienes persistan los valores en un nuevo control, a pesar de haberse aplicado medidas preventivas (educacionales, nutricionales y ambientales) y en el suelo de cuya vivienda se encuentren valores de contaminación por plomo que no pueden ser remediados.

Dados los criterios expuestos, se decide el traslado conjunto de todo el asentamiento Rodolfo Rincón, en primer lugar y posteriormente el asentamiento Inlasa en su totalidad. Para ello se cita a los representantes del MOTVMA quienes se comprometen a llevar a cabo la construcción de las viviendas necesarias y en plazos cortos sobre terrenos cedidos por la IMM previamente evaluados y sin riesgo de plomo en su suelo.

- 2) Intensificar las medidas preventivas y de educación a la población en riesgo.

- 3) Solicitar a las autoridades competentes la eliminación del plomo de las naftas, y pinturas.

A esta altura de los hechos se había logrado identificar las fuentes más importantes de exposición de una numerosa población, en barrios del oeste de la ciudad de Montevideo, algunas otras áreas en el Departamento de Canelones, como por ej. viviendas construidas con carcazas de baterías en desuso, con alto contenido en plomo, así como poblaciones laboralmente expuestas en algunas industrias de ese departamento.

Se había logrado que la comunidad académica estuviera capacitada en un tema que no había estado presente hasta el momento en el sector salud, y sin duda que se tenía además una comunidad (vecinos de los barrios arriba mencionados) informada y muy participativa que colaboró en la instrumentación de las medidas a tomar, que supo exigir de las autoridades de gobiernos medidas de remediación rápidas, y que accedió fácilmente a los medios de prensa, logrando llevar este tema a toda la población.

Lamentablemente, como ocurre muchas veces en estos casos, hubieron a finales del 2001 desencuentros, entre vecinos y la Comisión, así como cambios en las autoridades de gobierno, que hicieron que no pudiera continuarse con este tipo de trabajo.

Se construyeron viviendas nuevas y fueron trasladados asentamientos enteros, como Rodolfo Rincón, INLASA, y otros grupos poblacionales puntuales, pero ello también generó problemas, esta población tenía en el lugar sus fuentes laborales algunas de ellas informales, (quema de cables para recuperar cobre, acúmulo y venta de chatarra, etc) pero que eran su fuente de ingresos. El traslado a otras zonas, lejos de escuelas, y de sus medios de vida ocasionó problemas, no es posible trasladar familias enteras sin pensar en su futura fuente laboral no contaminante.

Cuando se retoma el trabajo de la Comisión en el año 2005 a nivel del MSP dándole otro nombre, Comisión de Evaluación de los Efectos a la Salud de

las Sustancias Químicas uno de los primeros planteos fue la problemática generada a nivel laboral de la población trasladada.

A partir del 2003 hasta 2005 siguieron controlándose los niños en algunas policlínicas periféricas, en el CIAT, y en el CHPR. Desde el Departamento de Toxicología (CIAT) se otorgaron altas con derivación de los niños a los pediatras tratantes para su seguimiento, en la medida que los valores de plumbemia descendían por debajo de 10 $\mu\text{gr.}/\text{dL}$.

Dentro de los logros más importantes están las resoluciones tomadas por las autoridades de gobierno, quienes progresivamente van retirando el plomo de las naftas, fijando los niveles de referencia internacional para el plomo en las pinturas, regulando la disposición de las baterías en desuso, dictando normativas para el control de los trabajadores expuestos a plomo.

En el año 2008 las autoridades sanitarias a través de la División Salud Ambiental y Ocupacional del MSP dicta la nueva normativa de los valores de plomo en sangre en la población en general y en la población laboralmente expuesta tomando como referencia valores muy inferiores a los que habíamos establecido en el comienzo de esta problemática, hecho que nos parece altamente satisfactorio.

Se establece actualmente como valor límite máximo de plomo en sangre en niños y mujeres embarazadas 5 $\mu\text{gr.}/\text{dL}$.

La población infantil que tenga valores de plumbemia por debajo de 5 requieren de un control con Pediatra o Médico de Familia según lo establecido en el Programa de Salud de la Niñez del MSP. Insistir siempre en las pautas de educación, promoción de salud y prevención de los riesgos ambientales, requiere además la notificación al MSP de dicha población.

Se establecen además, según los rangos de plumbemia y los grupos etarios (0 a 6 años, y 7 a 14 años) diferentes tipos de controles, e intervenciones médicas. (Ver Pautas 2008-2009 de manejo y seguimiento de población pediátrica según valores de plomo en sangre del MSP en www.msp.gub.uy).

Es importante señalar aquí, que en USA, país donde tanto se trabajó en la contaminación ambiental por plomo, se fueron tomando medidas macroambientales que demostraron como al disminuir las emisiones al aire del plomo de fundiciones y sobre todo del parque automotor por las naftas con plomo, fue disminuyendo el valor de la plumbemia en los niños, a partir de los años 90 tienen valores entre 3,6 y 1 $\mu\text{gr.}/\text{dL}$

A continuación se mostrarán los resultados del diagnóstico, tratamiento y seguimiento de 701 niños procedentes de las policlínicas del CIAT y CHPR hasta noviembre del 2002, así como el trabajo multidisciplinario realizado a instancias del CIAT con el objetivo de detectar los efectos nocivos neuro conductuales adjudicados al plomo en una población de 40 niños.

SEGUIMIENTO DE LOS PRIMEROS 721 CASOS CLINICOS.

Entre el 1 de octubre de 2000 y el 31 de diciembre de 2001, se recibieron en el CIAT 295 consultas y en la Policlínica de Plomo del CHPR 426 procedentes de diferentes centros asistenciales cuyo control y seguimiento mostramos a continuación. De los 295 niños que consultaron al CIAT 21 presentaron plumbemias mayores a 20 $\mu\text{gr}\%$ por lo que pasan a ser controlados en el CHPR, por lo que los numeros se modifican de la siguiente manera: CIAT 274 y CHPR 447, no modificándose el número total, que sigue siendo 721.

Este seguimiento se realizó en forma conjunta con los técnicos del CIAT,CHPR, IMM y DINAMA, siguiendo las pautas de la Comisión Interinstitucional. Trabajaron en el análisis de caso por caso médicos pediatras, médicos toxicólogos , químicos, ingenieros químicos, la mayoría de ellos integrantes de la Comisión Interinstitucional (CI) y de las sub-comisiones.

En cada caso se integran, sistematizan, procesan y analizan, los datos de las historias clínicas y ambientales, proporcionadas por los organismos involucrados.

La información que consta en las historias clínicas fue obtenida durante la entrevista médica y las visitas a domicilio.

Los datos de la entrevista médica son los identificatorios de cada niño, antecedentes personales y familiares en relación a salud, examen físico, niveles de plumbemias, hábitos (pica, geofagia, juegos, trabajo con adultos), los datos de las visitas a domicilio incluyen características de la vivienda, antigüedad, tipo de cañerías, suelos, pintura de la vivienda y de los muebles de la misma.- A ello se agregan las características del predio, y del entorno, cercanía a fundiciones o industrias, (asentamientos, inundabilidad, depósito de chatarra, de residuos, presencia de animales, saneamiento, acceso a agua potable).

Se fueron analizando valores de plumbemia con edad, sexo, tipo de vivienda, rellenos de terrenos con escoria de fundición, terrenos inundables, valores de plomo en suelos, agua, cercanía a fundiciones, a actividades informales, a depósitos de chatarra.

Se evaluó también el cumplimiento de las medidas de intervención recomendadas en cada caso, preventivas, higiénico-dietéticas, y medidas de remediación realizadas.

Del total de esta muestra el 97% procede de la zona oeste de Montevideo, del barrio de la Teja y alrededores el 3% restante del Dpto de Canelones.

La principal diferencia entre las dos poblaciones es el tipo de exposición, mientras que en Montevideo la fuente de exposición no es común a todos los niños y en consecuencia las medidas de intervención son diferentes y específicas a cada caso, en Canelones se identificó una fuente directa común a la mayoría de la población con medidas de intervención enfocadas a esa fuente específica.

La población estudiada comprende 406 niños y 315 niñas, siendo menores de 3 años el 32% de la población, analizando todos los grupos de edades se concluye que el 58% son niños/as menores de 7 años.

De los 721 niños estudiados el 16% presenta niveles de plumbemia inferiores a 10 µgr./dL al inicio.

Como ya fuera mencionado las fuentes de exposición y también las características de la población de la zona oeste de Montevideo no es homogénea. Un grupo habita viviendas de construcción robusta, materiales pesados, con techos livianos o planchadas, piso interior con baldosas o cemento, suelo peridomiciliario cubierto con césped, balasto o cemento, contando con todos los servicios esenciales.

Otro grupo habita en asentamientos con viviendas precarias, de material liviano, (chapa, cartón, bloques, barro), con paredes y aberturas sin pintura, suelo intra y extradomiciliario al descubierto, sin límites fijos entre las viviendas linderas, sin servicios básicos (agua potable, saneamiento, electricidad). Otra característica es estar asentados algunos de ellos en terrenos inundables, o con rellenos de fundiciones o residuos de todo tipo.

El número de niños que vive en estos asentamientos y pertenecen a esta muestra es de 144, 20% de la muestra total (721). En las visitas al domicilio se constató que muchos de estos niños participan de tareas laborales con sus familias, tales como quema de materiales, recolección de residuos, quedando claro que existen múltiples fuentes de exposición.

Del procesamiento de todos los datos de este estudio surge lo siguiente:

- Se demuestran las múltiples fuentes de exposición a plomo en suelos, agua, pinturas, Los niveles más altos de suelos se relacionan con actividades informales.
- De la población estudiada aquellos que residen en asentamientos son los más vulnerables por las características de los mismos y las actividades laborales informales.
- En el aumento de los valores de plomo en sangre se encontraron varios factores con una importante incidencia de las actividades

laborales informales, hábitos del niño sobre todo geofagia, altos valores de plomo en suelos, pinturas y agua potable.

- El cumplimiento de las medidas de prevención demostraron ser altamente eficaces ya que el 77% de los niños que descendieron sus valores de plumbemia lo lograron con la aplicación de las mismas.
- De la población estudiada el 6% aumentó sus valores de plumbemia inicial, el 48% descendió y el 46% los mantuvo estable.
- En quienes aumentaron sus plumbemias se aprecia que no se realizaron las medidas de intervención ambiental recomendadas (88%) o las mismas cuando se realizaron no fueron suficientes (12%).

VALORACIÓN DE LA REPERCUSIÓN DE LA EXPOSICIÓN A PLOMO EN LA SALUD DE UNA POBLACIÓN INFANTIL/ADOLESCENTE.

En diciembre de 2003 desde el Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina se comienzan las coordinaciones con el fin de conformar un equipo interinstitucional y multidisciplinario, que tendrá como objetivo general estudiar la posible vinculación de las alteraciones del crecimiento y desarrollo neuropsicológico en niños y adolescentes, con exposición a Plomo.

En mayo de 2004 queda configurado el grupo que se integra con técnicos de la Facultad de Medicina, (Cátedra de Otorrinolaringología, Cátedra de Oftalmología, Departamento de Toxicología) y de ANEP-CODICEN (Gerencia de Programas Especiales, Unidad de Diagnóstico Integral, Programa de Educación para la Salud, y Programa de alimentación Escolar-CEP).

Los efectos del Plomo sobre el crecimiento y desarrollo de los niños están documentados en la literatura internacional, existen numerosos trabajos que describen repercusiones en el crecimiento y en el desarrollo psico neurológico (déficit atencional, disminución de la audición y visión,

alteraciones de carácter y del comportamiento y sobre todo disminución del coeficiente intelectual (CI)), que sin duda compromete el futuro capital intelectual de una población. Las alteraciones referidas, inciden sin duda en un aumento de las dificultades para el aprendizaje en general, incluyendo el escolar. Estas repercusiones del Plomo, se vinculan: a la vulnerabilidad de los niños que aumenta con la menor edad, dado que sus órganos están en pleno desarrollo y crecimiento; a sus hábitos, y comportamientos. Debemos tener en cuenta que otros factores, como patologías prenatales, connatales y postnatales, así como también factores sociales, económicos y culturales del medio del que provienen también pueden incidir. El Primer Informe de Evaluación Nacional en el Primer Nivel de la Escolaridad de Setiembre de 2002, realizado en nuestro país, señala que todos los trabajos de investigación realizados en Uruguay, muestran que los logros escolares de los alumnos están fuertemente vinculados a características educativas y culturales de sus familias y hogares.

En octubre del año 2000 se registra en el Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico (CIAT) - Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina, un caso clínico de un niño expuesto ambientalmente a Plomo, proveniente de la zona de La Teja (Montevideo), a partir de allí, continúan las consultas y a diciembre de 2003, se había recibido un total de 334 menores de 15 años.

Hasta la fecha, no se habían logrado en nuestro país, estudios integrales de los efectos sobre la salud de niños/adolescentes, por exposición crónica a Plomo ambiental. Con este objetivo se conformó un equipo multidisciplinario integrado con técnicos de Facultad de Medicina, y de la Administración Nacional de Educación Pública – CODICEN, que se planteó como Objetivos:

- 1) Realizar un estudio observacional descriptivo que permita diagnosticar, en niños expuestos a Plomo ambiental, alteraciones en el crecimiento y en el desarrollo neuropsicológico (en especial CI, alteraciones de visión y audición) con el fin de establecer una vinculación causa – efecto.

- 2) Evaluar los resultados en cada niño en forma integral y valorar la incidencia de la exposición a Plomo en su salud, para realizar la devolución, asesoramiento, recomendaciones y derivaciones que ameriten.
- 3) Coordinar acciones interinstitucionales en búsqueda de soluciones a la problemática detectada en cada caso.
- 4) Promover la aplicación de medidas preventivas educativas y de promoción del cuidado de la salud y el ambiente.
- 5) Difundir los resultados.

Se citan para el estudio, 60 niños menores de 15 años que hayan tenido mas de 5 $\mu\text{gr.}/\text{dL}$ de Plombemia, que estén siendo controlados en la Policlínica del Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina, entre octubre del 2000 y diciembre de 2003, se incluyen en un protocolo previamente informado, que consta de valoración toxicológica/ambiental, pediátrica, nutricional, social, psicológica, otorrinolaringológica, fonoaudiológica, oftalmológica, con valoración paraclínica con plombemia.

Se incluyen los datos en un programa previamente diseñado en sistema estadístico: SPSS versión 8, se procesan los mismos y los resultados, se presentan en tablas y gráficos: Comenzaron el protocolo 40 niños, entre 1 y 15 años de edad, 24 varones, 16 mujeres, 37 procedentes de distintas zonas de Montevideo y 3 del Departamento de Colonia, los valores de primera plombemia registrados fueron de 5 a 27 $\mu\text{gr.}/\text{dL}$.

En 32 casos (80%) se registró algún tipo de riesgo ambiental, de los hábitos/comportamientos de riesgo, se destacan en orden de frecuencia, juegos/actividades (15 casos), pica y onicofagia (12 casos respectivamente). Con respecto a la valoración del riesgo social, 30 casos (75%) se encuentran en situación de riesgo social alto y medio. La valoración del estado nutricional mostró que 26 niños (65%), están dentro de percentiles normales para la edad. Las valoraciones otorrinolaringológica y los audiogramas fueron normales en 36 casos, la valoración oftalmológica,

fue normal en 28 casos no teniendo relación con alteraciones por el plomo el resto de los casos en ambas valoraciones.

De la valoración del Coeficiente Intelectual (CI), surge que 23 niños (57,5%), se encuentran por debajo del coeficiente promedio (90 a 110). Se realiza el análisis de los casos y cruzamiento de las diferentes variables y se concluye:

- Todos los niños tienen una contaminación por exposición ambiental a plomo, tal como lo podemos objetivar por las plumbemias. No es posible saber que niveles del metal tenían en sangre en cada etapa vital, sobre todo durante las etapas de mayor vulnerabilidad de cada uno de ellos.
- Respecto a la repercusión a nivel auditiva y oftalmológica descritas por algunos autores, no se encontraron en este estudio alteraciones que se puedan vincular a la exposición al metal.
- Los resultados de la valoración nutricional, no evidencian diferencias sustanciales entre la población estudiada expuesta a plomo y otros estudios realizados en niños en nuestro medio.
- Los resultados del CI, muestran un alto porcentaje de niños por debajo del CI promedio, que podría estar vinculado a situaciones de riesgo ambiental, social, y hábitos/ comportamientos del niño.
- Se objetivaron casos particulares, en los que luego de descartar todas las variables incidentes, podríamos vincular la disminución de la Talla y del CI a la exposición ambiental a Plomo durante los primeros años de vida, es de destacar que con separación de la fuente, medidas higiénico dietéticas, apoyo familiar, psicológico y educativo, lograron un rendimiento aceptable y una escolarización aceptable para su edad.
- Queda en evidencia la importancia que tiene la implementación de medidas de prevención y promoción y educación para la salud que permitan el cambio de hábitos y comportamientos para evitar la

contaminación del ambiente y la repercusión sobre la salud de los niños que ocasiona el Plomo entre otros contaminantes.

- Creemos importante poder continuar con este tipo de estudios que permiten aumentar el conocimiento científico en forma contextualizada a nuestra realidad para poder difundirlo y hacer recomendaciones para la toma de decisiones.

RECOMENDACIONES

A finales de noviembre del 2002, el equipo de trabajo del CIAT, integrado por médicos toxicólogos, ingenieros químicos, químicos y pediatras eleva un informe de lo actuado hasta entonces, al MSP a través de la CI con las siguientes recomendaciones:

- Se realice un estudio epidemiológico a nivel nacional de la población infantil menor a 3 años de edad a los efectos de conocer la real situación del país.
- Se actualice la normativa existente en el país en relación a niveles de plomo en agua potable y pinturas.
- Se establezca una normativa nacional sobre el contenido de plomo en suelos de acuerdo a sus usos.
- Se suprima el plomo de las naftas.
- Se sustituyan las cañerías de la red de suministro de agua potable por PVC.
- Se controle estrictamente la gestión ambiental de las industrias instaladas en el país.
- Se controlen los trabajadores expuestos a plomo tanto a nivel laboral formal como informal.

- Se instrumente un adecuado diagnóstico de situación social y seguimiento posterior a la indicación de intervenciones y/o tratamientos de los grupos vulnerables.
- Se continúe con los controles y seguimientos de la población captada, insistiendo en la aplicación de medidas de prevención y el cumplimiento de las medidas de intervención.
- Se Instrumenten las medidas necesarias para realizar:
 - A) Una campaña de educación y prevención a nivel nacional, respecto a la importancia de evitar la contaminación del ambiente y sus beneficios para la salud de todos y en especial de los niños.
 - B) Encarar la formación de recursos humanos de la propia comunidad, preparándolos para ser gestores de soluciones y multiplicadores de conocimientos, actitudes y prácticas saludables (en el hogar y trabajo) con el fin de lograr una mejor calidad de vida.
 - C) Se fortalezca el trabajo ordenado, coordinado y metodológico de la Comisión Interinstitucional que permita continuar con un real intercambio interinstitucional y multidisciplinario, que enriquece el conocimiento científico, optimiza la toma de decisiones, racionaliza recursos y permite brindar soluciones de mayor beneficio a menor costo.

Al momento de publicación de este libro, varias de las medidas que este grupo recomienda se han llevado a cabo a través de resoluciones gubernamentales, han quedado pendientes otras no menos importantes, de ahí que hemos elegido esta frase del Profesor Landrigan por considerarla fundamental para entender la problemática ambiental y su repercusión a la salud en el siglo XXI.

“La enfermedad ambiental es prevenible”

Capítulo IV

Determinación de Plomo en Sangre:

Fundamentos de la Metodología Analítica

Dra. Mañay

Introducción

El biomarcador mas adecuado para evaluar y controlar la exposición al plomo ambiental y ocupacional es el nivel de plomo en sangre (Pb-S, BLL, Plumbemia o Plombemia). Su análisis químico toxicológico requiere la utilización de métodos sensibles, específicos y precisos para la detección de niveles traza, es decir en concentraciones del orden de las partes por billon (ppb, $\mu\text{g/L}$). (1, 2, 3, 4, 5)

Los niveles de plomo en sangre son de fundamental importancia para el diagnóstico y seguimiento clínico, monitoreo biológico, control de exposición e intervención ambiental.

El objetivo del presente capítulo es describir las metodologías mas frecuentemente utilizadas para el análisis de plomo en sangre aplicado a estudios de diferentes poblaciones (niños, adultos en general y laboralmente expuestos) así como la importancia de la competencia técnica y roles del Laboratorio y nuestra experiencia en la determinación de plumbemias en Uruguay.

Fundamentos de la determinación analítica de plomo en sangre

Los niveles de plomo en sangre pueden determinarse por varios métodos analíticos y es necesario que los procedimientos de recolección de muestras de sangre sean compatibles con los requisitos del Laboratorio. El método utilizado puede requerir diferentes condiciones en cuanto al volumen de muestra requerido, la elección de anticoagulante (heparina o EDTA) y otros aspectos relacionados con la toma de muestra. (1,2, 3).

Las metodologías analíticas frecuentemente utilizadas para analizar plomo en sangre son:

- FAAS: Espectrofotometría de Absorción Atómica con ionización de Llama
- GFAAS: Espectrofotometría de Absorción Atómica con ionización electrotérmica (Horno de Grafito)
- ASV: Voltametría Anódica.
- ICP-MS: Plasma Inductivo acoplado con espectrometría de masa.

Asimismo, los laboratorios donde se realiza el ensayo de plomo en sangre deben participar de programas de estudios de competencia técnica como se llevan a cabo por ej. en EEUU a través de sus agencias de control de enfermedades "US Centers for Disease Control: US CDC" (1,2)

Describiremos aspectos fundamentales sobre la toma y acondicionamiento de la muestra de sangre, las ventajas y desventajas de las diferentes metodologías analíticas utilizadas y los procedimientos de aseguramiento y control de la calidad analítica.

Muestreo de la Sangre

El procedimiento en la recolección de las muestras y las técnicas analíticas son parámetros que aseguran la calidad en los resultados analíticos. La toma, el transporte y acondicionamiento de las muestras destinadas al análisis de plomo debe hacerse mediante protocolos que permitan asegurar la calidad de las determinaciones. Las principales causas de error en el análisis de elementos traza, se deben a que el muestreo se llevo a cabo de manera inapropiada (1,3).

En general, se deben establecer procedimientos previos y posteriores a la recolección de las muestras para asegurar que la toma de muestra de sangre es adecuada para el método que se va a utilizar y que los materiales utilizados estén libres de contaminación por plomo. Asimismo, debe evitarse alteraciones de la muestra o rotura durante el transporte. Estos procedimientos incluyen el uso de materiales adecuados, precauciones universales de manejo de muestras biológicas, técnicas específicas para la toma de sangre para plumbemia así como un adecuado tratamiento de la

muestra luego de la recolección, y un procedimiento para su almacenamiento y transporte.

Las condiciones de pretratamiento y acondicionamiento de las muestras depende del procedimiento analítico utilizado. En general, para asegurar la integridad de las muestras, se recomienda que la sangre se conserve refrigerada a 4° C por cortos períodos de tiempo, o preferentemente, congeladas a -20 °C o menos, para su preservación por mas tiempo. Asimismo deben tomarse las precauciones que son las de rigor para el acondicionamiento y transporte de muestras biológicas en general.

La primera premisa en el proceso de toma de muestra venosa es el uso de materiales como agujas, jeringas, tubos de recolección de sangre o viales libres de plomo por lo que se recomienda el ensayo previo para la determinación la presencia del plomo. El CDC ha desarrollado guías a los efectos de determinar si los materiales son considerados "libres de plomo" o si la contribución de cada unidad individual es no mayor al 5% del valor normal esperado de plomo en sangre (2).

Metodologías Analíticas

La espectrofotometría de absorción atómica ha sido la más utilizada para el control biológico de plomo en sangre. Se fundamenta en llevar la muestra a un estado de "atómico" y medir las líneas espectrales del plomo a una longitud de onda característica. Este proceso, conocido como atomización, consiste en volatilizar la muestra y descomponerla en sus átomos e iones gaseosos. Para la atomización de las muestras que se van a analizar por espectroscopía de Absorción Atómica, se utilizan principalmente la atomización por llama y la atomización en horno de grafito o electrotérmica.

El método de **atomización por llama** con formación de complejo y extracción con MIBK se ha recomendado para determinaciones en trabajadores presentando un límite de detección menor a 5 µg/dL y es uno de los métodos que se describen en el Manual de Métodos Analíticos de aplicación para el control de trabajadores expuestos (6).

Por su parte, la **espectroscopia de absorción atómica con horno de grafito** sigue siendo el método mas difundido para la determinación de plomo en sangre y es aceptado como el método de referencia a nivel internacional.

La espectroscopía de **plasma inducido acoplada con espectrometría de masas** (ICP-MS) se ha desarrollado en la actualidad, debido a sus mejores prestaciones en cuanto a algunos parámetros fundamentales como son la exactitud, precisión y limite de detección. Estos métodos son utilizados principalmente en estudios de investigación pero presentan el inconveniente de sus costos elevados (inversión, capacitación técnica y mantenimiento) como para ser utilizados como rutina de Laboratorio en países en desarrollo (2,3,)

El CDC (1991) ha considerado en sus recomendaciones la utilización de métodos alternativos basados en la **Voltametría Anódica**, debido a la necesidad e importancia de realizar un monitoreo primario de plomo en sangre para la población en general y en particular, en niños por lo que esta metodología se ha difundido principalmente a nivel de Centros de Salud Pública para realizar un "tamizaje" en función de un valor de corte establecido. En particular, el desarrollo del equipo portátil "Lead Care" (ESA, Inc.) es utilizado para realizar medidas de plomo en muestra de sangre capilar y los resultados se obtienen en menos de 5 minutos (2,7,8).

Comparación de metodologías: Ventajas e Inconvenientes

Por lo general los métodos mas utilizados para el análisis de plomo en sangre destinado al control de exposición a plomo son la Espectrofotometría de Absorción Atómica electrotérmica (GFAAS) y la Voltametría Anódica (ASV).

La Voltametría Anódica (ASV) es un método para el análisis directo de plomo en sangre que se elige principalmente por el bajo costo inicial del equipamiento, porque no requiere instalaciones especiales y porque la

capacitación técnica necesaria para su utilización es muy inferior con respecto a los métodos de referencia. No obstante, los costos de cada kit de reactivos por ensayo pueden resultar elevados en comparación con los utilizados en otros métodos así como los costos de la calibración y controles de calidad. Estos inconvenientes se ponen de manifiesto porque a los efectos de la calibración, por ej, no es posible utilizar estándares acuosos de plomo ni tampoco sangre adicionada de plomo dado que el instrumento puede dar diferencias entre la sangre que contiene plomo endógeno y la sangre entera adicionada con una concentración de plomo inorgánico. El equipo debe ser calibrado con materiales trazables al NIST (National Institutes of Standards and Technology) o con otros materiales de referencia que estén bien caracterizados o preparados por un laboratorio de referencia o provistos por el fabricante del instrumento conjuntamente con los demás reactivos (7, 8).

Otro inconveniente es la posible interferencia con el cobre que es un elemento esencial y se encuentra presente en el suero humano en cantidades detectables (7) . El cobre se oxida y su potencial es próximo al del plomo lo cual puede implicar un error en poblaciones que presentan niveles de cobre elevados (7)

Se describe en la bibliografía como otra desventaja de que a pesar de su uso difundido para el screening o tamizaje, la voltametría anódica (9) no es reconocida como una herramienta de diagnóstico. Por lo general, se requiere de una confirmación sistemática por el método de referencia a valores por encima del valor de corte y los controles de calidad exigen una estricta verificación del kit de trabajo, equipo de medida, electrodos, reactivos , vencimientos , temperatura de conservación, etc.

En particular, la ACGIH (American Conference of Guvermental Industrial Hygienists) recomienda la cuantificación de plomo en sangre por GFAAS y la NIOSH cuenta con un método estándar por FAAS (Method 8003) (2,6). La referencia en Estados Unidos de la OSHA incluye una lista de laboratorios a nivel nacional que aporten datos de competencia técnica y

controles interlaboratorios para cumplir con los exigencias de calidad para el análisis de plomo en sangre a nivel ocupacional.

Las técnicas de atomización electrotérmica basadas en la espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito (ETAAS, GFAAS) son mas precisas, específicas y sensibles por lo que pueden detectarse valores menores en el entorno de 1,0 ug/ dL. A los efectos de validar las técnicas potenciométricas mediante comparación directa de una misma muestra de sangre, se ha observado una mejor precisión y exactitud en la metodología ETAAS o GFAAS considerando que ambos métodos hayan sido operados con personal con experiencia técnica y con un estricto programa de control de aseguramiento y control de la calidad (QA/QC) (2, 3, 8, 9, 10).

Por su parte, la espectrofotometría de absorción atómica por ionización de llama permite obtener resultados analíticos en menor tiempo (3 a 5 segundos) y se puede trabajar con volúmenes de muestra mayores por lo que las interferencias que se presentan a menudo están bien documentadas.

Sin embargo, la mayor limitación de la Absorción Atómica utilizando llama como método de atomización es que el sistema de atomización es relativamente ineficiente al posicionar la muestra en el sistema atomizador y además, la muestra es diluida con grandes volúmenes de gases que transportan el aerosol dentro de la llama. Esto limita la concentración mínima que se puede determinar en llama y por lo tanto, los niveles de detección alcanzados (8, 9, 11)

La sensibilidad analítica puede ser mejorada significativamente si al ingresar la muestra se atomiza de una sola vez y los átomos remanentes en el camino óptico permanecen por un período de tiempo más prolongado. Estas mejoras en la sensibilidad son alcanzadas en la técnica de Absorción Atómica por Atomización Electrotérmica.

El método de GFAAS permite contar con la posibilidad de trabajar con volúmenes pequeños de muestras así como descender a partes por billón los límites de detección para muestras biológicas y ambientales.

Se han descrito algunas limitaciones del GFAAS como en cuanto a la precisión como consecuencia de trabajar con volúmenes de inyección muy pequeños y las posibles interferencias. Sin embargo, los equipos modernos de absorción atómica con horno de grafito con plataforma, resultan altamente confiables, exactos y precisos permitiendo la automatización de la medida. Inclusive, varios fabricantes presentan su equipamiento ya configurado para las determinaciones de plomo en sangre considerando que estos instrumentos permiten medir muchos otros elementos. (8, 9,11,12)

Tabla 1 Cuadro comparativo de los distintos métodos aplicados para el control de plomo en sangre en laboratorios de toxicología clínica

Técnica PbS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	Niños	Población Gral	Trabajadores
FAAS	- Resultados en tiempos más cortos. - Permite trabajar con volúmenes mayores de muestra y las interferencias están bien documentadas.	- Sistema de atomización presenta limitaciones ,puede afectar los límites de detección. - Requiere Personal especializado.		- Ventaja de poder trabajar con volúmenes mayores de sangre.	- Ventaja de poder trabajar con mayores volúmenes de muestra.
GFAAS	- Se toma como método de referencia. - Buena sensibilidad (permite trabajar con pequeños volúmenes de muestra)	- Menor precisión y mayor número de interferencias. - Requiere Personal Especializado	- Ventaja poder trabajar con bajos volúmenes de sangre.		
ASV	- Util para screening primario. - Bajo costo de inversión inicial. - Menor capacitación técnica del personal. - Rapido	- Para valores bajos (10 ug/dL ó menor), la precisión empieza a ser inadecuada. - Requiere controlar con referencias.	- Permite utilizar sangre por punción de dedo.	- Util para realizar screening primario en grupos grandes de población,	- No es de uso recomendado

Controles de calidad

Todos los laboratorios que prestan servicios de análisis de plomo en sangre que participan de programas nacionales o internacionales para monitoreo de plomo en la población deben contar con un apropiado sistema de aseguramiento de la calidad para demostrar su competencia técnica. Estos sistemas pueden conformar los requerimientos generales de recomendaciones internacionales sobre este tema y se sugiere la acreditación del ensayo, que puede no ser esencial si los resultados de los controles de competencia técnica son satisfactorios (interlaboratorios, externos e internos) (2, 3, 5, 8, 9,11,12).

Asimismo, se pueden establecer criterios de aceptación para el uso de metodologías para la determinación de plomo en sangre como se han resumido en una reciente revisión realizada por el CDC en NY, Estados Unidos (14, 15). En ese trabajo, se observa la evolución del uso de metodologías analíticas a lo largo de los años, mejorando las prestaciones. El CLIA (Clinical Laboratory Improvement Amendments) exige que el control de análisis de plomo en sangre se realice tres veces al año. El rango de concentraciones se establece en $\pm 4 \mu\text{g/dL}$, para valores menores a $40 \mu\text{g/dL}$, y $\pm 10 \mu\text{g/dL}$ para valores mayores a $40 \mu\text{g/dL}$. Cuatro de las cinco corridas (80%) deben ser correctas para que el test sea considerado satisfactorio. Por su parte el NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards) actualmente denominado CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute), recomienda que el criterio de aceptación para el análisis de plomo en sangre sea de $\pm 2 \mu\text{g/dL}$ a $10 \mu\text{g/dL}$. En todos los casos se consideran los principales parámetros del desarrollo y validación del método: exactitud, precisión, reproducibilidad y repetibilidad.

ANALISIS DE PLOMBEMIAS EN URUGUAY

Contaminación por plomo en Uruguay y el rol de la Facultad de Química

En Uruguay por lo general, la principal causa de la exposición no laboral ha sido la de residir en zonas perifabrilares o por manejo inadecuado de los

metales que contienen plomo. No obstante, hasta fines de 2003 debía considerarse la incidencia del plomo adicionado a la nafta como antidetonante y aun en la actualidad, el aporte de tuberías antiguas de agua potable sigue vigente

En la Universidad de la Republica y en particular, en la Facultad de Química, la Cátedra de Toxicología e Higiene Ambiental se realizan tareas de docencia, investigación y asesoramientos sobre las sustancias químicas tóxicas desde sus aspectos químico toxicológicos y/o ambientales y cuenta con una larga trayectoria y una importante experiencia en investigación sobre la exposición al plomo como contaminante ambiental de mas de dos décadas.

Cuando el problema de contaminación por plomo, tomó estado público en Uruguay, el país contaba con un programa específico integrado por autoridades sanitarias y ambientales para la detección y control de contaminación por plomo a nivel nacional (16,17). Sin embargo ya existían estudios de carácter universitario (18,19, 20, 21, 22, 23, 24, 25) que, al igual que en otros países de la región, formaron parte de los antecedentes con los que contaba el país en relación con la contaminación ambiental y su incidencia en la salud de sus habitantes.

Las publicaciones científicas relativas a evaluación de niveles de Plomo en sangre en Uruguay correspondieron, en su mayoría, a investigaciones realizadas por la Cátedra de Toxicología e Higiene Ambiental de la Facultad de Química de la Universidad de la República según la primera revisión realizada por Mañay y col. (26).

Análisis de plumbemias: Antecedentes y Experiencias

Desde la década del 80, esta dependencia universitaria empezó a trabajar en una línea de investigación para la determinación sistemática de plomo en sangre a los efectos de la evaluación de la exposición a la contaminación por plomo y su repercusión en los diferentes grupos involucrados de la población uruguaya y desde 1986, se encuentra investigando este tema

(27) habiendo desarrollado métodos para medir el plomo en diferentes muestras biológicas como biomarcador de exposición ambiental.

Originalmente, el método colorimétrico que se aplicaba a muestras de agua (Ditizona-UV), no resultaba práctico ni recomendable para sangre por lo que en el Laboratorio de la Cátedra, se inició el desarrollo y validación de la metodología por espectrofotometría de absorción atómica con atomización por llama con un equipo disponible en Facultad. A los efectos de controlar la calidad de resultados, a partir del año 1986 se integra el programa interlaboratorios de control de calidad de plomo en sangre del Ministerio de Trabajo de España en Zaragoza (PICC-Pb), al que se sigue participando en la actualidad con resultados muy satisfactorios (PICCPb-MT).

El método fue validado para determinar plomo en sangre en trabajadores expuestos (19), luego se desarrolló para niños (21), y población en general (22, 24) y también en animales sensibles (26, 28).

Al contar con esta metodología disponible en Facultad de Química, fueron realizados varios estudios sobre trabajadores expuestos, mediante controles ambientales y biológicos en fábricas de baterías, fundiciones y otras. Estos estudios fueron proyectados no solo a solicitud de los investigadores sino con el apoyo de empresas o a través de cooperación con gremios de trabajadores, sectores con escasa capacidad de demanda (19, 23). Asimismo, se llevaron a cabo estudios clínicos y analíticos con seguimiento durante dos años en poblaciones de adultos y niños próximas a fundiciones (20, 21, 25) así como estudios preliminares tendientes a evaluar la incidencia de las posibles fuentes involucradas. Se comenzó a evidenciar también, una mayor susceptibilidad al plomo en perros pertenecientes a zonas contaminadas así como la incidencia del plomo en la salud del ganado bovino (20, 28).

En la década del 90, estos trabajos fueron realizados en el marco de una cooperación con las Universidades de Gotemburgo y Lund iniciada en 1992, mediante la financiación de proyectos aprobados por la agencia sueca SAREC para evaluar la incidencia de la contaminación por plomo en

poblaciones uruguayas y sus posibles fuentes. Como consecuencia fueron incorporados nuevos equipos y materiales de muestreo.

El trabajo principal dió como resultado la evaluación de niveles de plumbemias en niños y población en general ocupacionalmente no expuesta y su relación con diferentes fuentes posibles de exposición como el aire urbano, agua de grifo, bebidas, muestras de suelo etc. (24). Dicho estudio fue iniciado en 1992, con el aval de la Intendencia Municipal de Montevideo y el reporte final fue presentado como un informe en su oportunidad (29)

En la tabla 2, se resumen los resultados de los principales trabajos publicados por la Cátedra de Toxicología en relación con la investigación de los niveles de plomo en sangre en poblaciones uruguayas desde 1987 hasta el caso de contaminación por plomo en La Teja.

Tabla 2 - Trabajos realizados por la Cátedra de Toxicología e Higiene Ambiental de la Facultad de Química previo al caso "Plomo en La Teja" (1987-2001)

Población	n	Pb-S (µg/dL)	Muestreo Año	Referencia	Observaciones
Adultos	23	9,8	1987	(27)	Jovenes 20-30años
Adultos	29	9,1	1992	(29)	Maestros y oficinistas
Trabajadores	47	54,1	1987-8	(30)	Distintas empresas
Trabajadores	31	49,7	1992	(23)	Distintas empresas
Trabajadores	60	48,2	1997	(31)	Fábrica de baterías
Niños<14 años	48	9,5	1992	(29)	Zonas urbana y suburbana
Niños<14 años	49	11,8	1995	(21)	Zona perifabril
Niños<14 años	96	9,6	1992/1994	(24)	Muestra aleatoria
Perros vagabundos	98	15,5	1992/1994	(19)	Muestra aleatoria- (Dpto. Zoonosis)
Perros domésticos	151	12,1	1994	(20)	Muestra aleatoria- Fac. Veterinaria
Bovinos	4,1	4,1	1999	(26)	Muestra aleatoria. Veterinarios Particulares

Los valores de plomo en sangre analizados siempre fueron evaluados estadísticamente y comparados con los límites internacionales recomendados como aceptables para la salud humana siendo los trabajadores y los niños las poblaciones más estudiadas.

Estos estudios constataron como principales causas de exposición, no laboral, residir en zonas perifabriles, manejo inadecuado de materiales con plomo por parte de trabajadores informales en sus domicilios (reciclajes) y aporte del tránsito como fuente de plomo ambiental que se correlacionaba con los niveles sanguíneos de plomo obtenidos..

Asimismo desde hace más de dos décadas, en Facultad de Química, a través de la Cátedra de Toxicología e Higiene Ambiental, se brinda el servicio de asesoramientos y el análisis de plumbemia se realiza a solicitud de los servicios de salud, para control laboral, control pediátrico y el seguimiento de pacientes afectados.

Participación de FQ en el caso “La Teja”

A principios del año 2001 y como consecuencia de la detección de niveles de plomo en sangre mayores a 25 µg/dL en niños del barrio urbano industrial de Montevideo, La Teja, la Facultad de Química fue convocada por la DIGESA - MSP para integrar la Comisión Interinstitucional (CI) y multidisciplinaria que reunió a técnicos y profesionales de diferentes ministerios, facultades, autoridades municipales, y de otras agencias gubernamentales relacionadas a la temática en estudio así como una representación de la comunidad afectada.

Dado que se lograron coordinar acciones en forma armonizada, la Facultad de Química fue recomendada a nivel oficial para la realización de los análisis de plomo en sangre de la población afectada y la demandante, como único laboratorio de referencia (32). Solamente en ese año se realizaron más de 8000 plumbemias en este laboratorio como asesoramiento a solicitud de las mutualistas y del Ministerio de Salud Pública con un porcentaje elevado (60 %) de niños con valores >10 µg/dL

Creación del CEQUIMTOX

El reconocimiento por parte de las autoridades sanitarias fundamentó la creación de un Centro Especializado en Química Toxicológica (CEQUIMTOX) dependiente de la Cátedra de Toxicología e Higiene Ambiental en Facultad de Química para realizar los asesoramientos externos e investigación en el marco de un sistema integrado de gestión, el cual fue aprobado por el Consejo de Facultad en marzo 2003.

En 2004 este Centro, el CEQUIMTOX obtiene la Certificación del Sistema de Gestión de la Calidad según la norma UNIT-ISO 9001/2000 para el desarrollo de metodologías analíticas de metales en matrices biológicas y la determinación de plomo en sangre y de cromo en orina. Dicho certificado fue renovado y re-certificado anualmente manteniendo el alcance de la certificación y la mejora continua de los procesos.

En el CEQUIMTOX, se cuenta con la competencia técnica, capacitación y métodos protocolizados para diseño de muestreo (tipo y frecuencia), toma de muestras, manipulación de las muestras (identificación, conservación, acondicionamiento, traslado al laboratorio, etc.), operaciones pre-analíticas del laboratorio, métodos analíticos adecuados, control de calidad analítico (interno, externo, ínter laboratorios), evaluación e interpretación de resultados para el plomo en sangre y otros metales de interés toxicológico en matrices biológicas. Asimismo, el CEQUIMTOX, está en condiciones de cumplir con los requisitos de la Norma UNIT ISO IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración", con el fin de acreditar el análisis de plomo en sangre por absorción atómica con atomización por llama y por horno de grafito dado que se dispone de ambas tecnologías.

Actualmente, la Facultad de Química, a través del CEQUIMTOX, continua realizando los análisis por el método de referencia, (Absorción Atómica) para la confirmación de plumbemias elevadas, para el seguimiento y control de trabajadores expuestos, de la población infantil y la adulta.

Situación Actual

Como consecuencia de las acciones sanitarias y ambientales de carácter interinstitucional y multidisciplinarias como fue la eliminación del uso de TEP como aditivo de las naftas, se han desarrollado nuevas investigaciones tendientes a evaluar la eficiencia de dichas acciones y se ha publicado un nuevo artículo de revisión sobre la contaminación por plomo en Uruguay a partir del caso "La Teja" (33)

Asimismo, la Facultad de Química a través del CEQUIMTOX ha estado involucrada y participa en proyectos de investigación como institución asociada para estudios de diferente índole vinculando el nivel de plumbemia con estados de nutrición, comportamiento, desarrollo y otros parámetros de interés científico-académico.

Como logros mas recientes, el CEQUIMTOX ha recibido un diploma del CDC por la participación satisfactoria en el programa LAMP para la determinación de plomo en sangre en 2008 (34) y se integra la "Subcomisión honoraria de procedimientos analíticos para la determinación de plomo en sangre y orina del CLSI (Clinical Laboratory Standard Institute) a los efectos de la evaluación y aprobación de la 2ª. Edición de la Guía de estos procedimientos C40-A2 (35)

Bibliografía

1. CDC (1991). Centers for Disease Control and Prevention. PREVENTING "Lead Poisoning in Young Children". U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control. Disponible en : <http://wonder.cdc.gov/wonder/prevguid/p0000029/p0000029.asp>
2. CDC (2005). Centers for Disease Control and Prevention. Preventing Lead Poisoning in Young Children. Atlanta. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. Disponible en: <http://www.cdc.gov/nceh/lead/publications/PrevLeadPoisoning.pdf>
3. ATSDR (2005) Agency for Toxic Substances and Disease Registry "Toxicological Profile For Lead. Cp 7 : Analytical Methods".U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service

4. OSHA (1995). Occupational Safety & Health Administration "Lead Osha Standards: Medical Surveillance Guidelines" - 1910.1025 APP.C U.S. Department of Labor Disponible: <http://www.osha.gov/SLTC/lead/standards.html>
5. OSHA (2008) Occupational Safety & Health Administration U.S. Department of Labor Blood Lead Laboratories Program Description And Background Salt Lake Technical Center (SLTC) Disponible en <http://www.osha.gov/SLTC/bloodlead/program.html>
6. WHO (1995) World Health Organization "Inorganic Lead". Environmental health criteria Nº 165 WHO Library Cataloguing in Publication Data. Disponible en www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc165.htm
7. NIOSH (1994) National Institute for Occupational Safety and Health. Lead In Blood And Urine: Method 8003. Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, Issue 2, 15 Aug1994 Disponible en:- www.cdc.gov/niosh/nmam/pdfs/8003.pdf
8. Patrick J. Parsons & Julian Chisolm, M.D (1997) The Lead Laboratory. Report from CDC's Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention. Wadsworth Center, for Laboratories and Research, New York State Department of Health and Kennedy Krieger Institute. Disponible en www.cdc.gov/nceh/lead/guide/1997/pdf/c1.pdf
9. Patrick Parsons, Susan Cummins, M. Chaudhary-Webb, Wayne Matson, D.K. Saxena, Robert Parr, Sheila Rajarathanam, and Jude Vaz (1999) How to Measure Lead In Humans, And To Organize And Conduct Large-Scale Screening. Disponible en: <http://www.leadpoison.net/screen.htm>
10. Bannon, D. I., Chisolm, J. J. (2001) "Anodic Stripping Voltammetry Compared With Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry For Blood Lead Analysis",. Kennedy Krieger Institute, Neurology, Trace Metal Laboratory Clin Chem. 2001;47:1703-1704.
11. Patrick J. Parsons, Andrew A. Reilly, Debra Esernio-Jenssen, Lloyd N. Werk, Howard C. Mofenson, Noel V. Stanton, and Thomas D. Matte8 (2001) Evaluation Of Blood Lead Proficiency Testing: Comparison Of Open And Blind Paradigms Clinical Chemistry 47:2 (322-330) 2001
12. LEADPOISON.NET (1999) NRCLPI National Referral Centre for Lead Poisoning in India Disponible : <http://www.leadpoison.net/general.htm>
13. Carreón T, López L, Romieu I. (1995) Manual de Procedimiento en la Toma de Muestras Biológicas y Ambientales Para Determinar Niveles De Plomo. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS-OMS México (7-14)
14. Patrick J. Parsons (2002) Review Of Acceptability Criteria For The Acceptability Criteria For The Determination Of Lead In Blood. New York State Department of Health.Wadsworth Center, Albany, NY, USA. Disponible en: http://www.cdc.gov/NCEH/lead/ACCLPP/October2006/Attachment%206%20-%20Parson%20-%20BPb_limits.pdf
15. NCCLS (2001). Analytical Procedures For The Determination Of Lead In Blood And Urine; Approved Guideline. NCCLS document C40-A (ISBN 1-56238-437-6). NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 USA. Disponible en www.clsi.org/source/orders/free/c40-a.pdf
16. Intendencia Municipal de Montevideo (1991) Metales pesados en Montevideo. Estudio de la exposición y sus efectos. Estudio piloto del proyecto. Brev. 191-07-22
17. OPP-BID (1992) Informe: Estudio Ambiental Nacional de la República Oriental de Uruguay 1990-91. Oficina de Planeamiento y Presupuesto de

18. Mañay N. Orosa E., Heller T., Pereira L., Cousillas A., Rampoldi O. (1990). Aspectos biológicos en el control de la exposición laboral al plomo. X Congreso Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Montevideo
19. Mañay, N; Orosa, E; Pereira, L; Heller, T.; Rampoldi, O. "Niveles de Plumbemia en trabajadores expuestos en Uruguay y su relación con el tipo de actividad" Acta Farmaceutica Bonaerense, Vol 12 No.3, 1993 (145 - 148)
20. Mañay, N; Cousillas, AZ; Rampoldi, O. "Relevamiento de plumbemias en un complejo habitacional de Montevideo-Uruguay " Acta Farmacéutica Bonaerense, 12, 1998
21. Cousillas A., Mañay N., Pereira L., Rampoldi O., De León S., Soto N., Pieri D. (1996) Determinación del grado de impregnación plúmbica en niños de un barrio de Montevideo (Malvín Norte) Acta Farmacéutica Bonaerense 15(4): 215-24
22. Cousillas A., Mañay N., Rampoldi O. (1998) Relevamiento de plumbemias en un complejo habitacional de Montevideo, Uruguay. Acta Farmacéutica Bonaerense, 17(4)
23. Pereira, L; Mañay, N; Cousillas A.Z.; Barregard L; Schutz A.; Sallsen G "Occupational Lead Exposure in Montevideo, Uruguay" (1996) International Journal of Occupational and Environmental Health, Vol 2 N1 4, Oct/Dec.
24. Schutz, A; Barregard, L; Sällsten, G; Wilske, J; Mañay, N; Pereira, L; Cousillas, Z. (1998) "Blood Lead in Uruguayan Children and Possible Sources of Exposure" Environmental Research, 74, 17-23,
25. Cousillas A.Z. (2001) Evaluación de la exposición al plomo en la población infantil del Uruguay. Tesis Doctoral, Facultad de Química, Universidad de la República
26. Mañay, N; Pereira, L; Cousillas, Z (1999) "Lead Contamination in Uruguay" Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, 159:25-39, Springer-Verlag, 1999 (USA)
27. Mañay N., Morus L., Orosa E., Cousillas A., Heller T. (1987) Estudio del grado de exposición al plomo de trabajadores uruguayos. I Congreso de Toxicología de Países en Desarrollo. Buenos Aires, Argentina
28. Mañay, N. (2001) Estudio de la Impregnación por Plomo en Poblaciones Sensibles de Uruguay: Determinación de un Indicador Biológico Precoz de Contaminación Ambiental. Tesis Doctoral, Facultad de Química, Universidad de la República
29. Schütz A., Barregard L., Sällsten G., Wilske J., Mañay N., Pereira L., Cousillas A. (1994) Observations on environmental and occupational lead exposure in Montevideo. Report to the Municipality of Montevideo
30. Mañay N., Orosa E., Pereira L., Heller T. (1989) Estudio del grado de exposición al plomo en trabajadores uruguayos. IV Reunión Latinoamericana de Ciencias Farmacéuticas. Montevideo, Uruguay
31. Pereira L., Mañay N., Cousillas A., Korbut S., Rampoldi O., Heller T. (1998) Exposición a plomo en una fábrica de baterías en Uruguay. X Congreso Latinoamericano de Toxicología. La Habana, Cuba, Noviembre 24-27
32. Mañay N., Alonzo C., Dol I. (2003) "Contaminación por plomo en el barrio La Teja, Montevideo- Uruguay". Suplemento Experiencia Latinoamericana"

Salud Pública de México 45:268-275.

33. Mañay N., Cousillas A.Z., Alvarez C., Heller T. (2008) "Lead Contamination in Uruguay: The "La Teja" Neighborhood Case". Reviews on Environmental Contamination and Toxicology 195:93
34. CDC (2008) Centers for Disease Control and Prevention National Center for Environmental Health. Division of Laboratory Sciences " LAMP: CDC's Lead and Multi-Element Proficiency Program" . Disponible en: http://www.cdc.gov/labstandards/pdf/lamp/lamp_factsheet.pdf
35. CLSI (2009) Clinical and Laboratory Standards Institute, Area Committee on Clinical Chemistry and Toxicology "Project Revision: Document C40-A - Analytical Procedures for the Determination of Lead in Blood and Urine; Approved Guideline C40-A2 Second Edition". Disponible en: http://www.clsi.org/Content/NavigationMenu/Volunteers/VolunteerOpportunities/CallforNominations/C40_Jan_09.htm

Capítulo V

Registro y Análisis de los Datos Obtenidos.

Ing. Quím. Dol, QF Alvarez

En las actividades relacionadas a la Salud, como por ejemplo promoción, prevención y atención, se genera mucha información, la que debe ser manejada con confidencialidad y seguridad y, al mismo tiempo, debe permitir obtener conclusiones para fijar pautas a seguir en relación a un determinado tema.

Las exigencias actuales nos enfrentan a mayores retos para producir resultados confiables, rápidos, de calidad y trazables, utilizando criterios rigurosos.

El manejo de la información puede realizarse en forma manual o electrónica. A medida que aumenta el número de casos que deben ser administrados, que cuentan además con información asociada, realizar el estudio de la evolución y las estadísticas se hace cada vez más difícil. Por ejemplo, en el caso de estudio de los posibles efectos a la salud de la contaminación por plomo en el barrio de La Teja (Montevideo), en el primer mes de trabajo en el tema, se generaron más de 1000 resultados de plomo en sangre (Pb-S).

Es por esto que en este caso se decidió hacer un manejo de la información en forma electrónica.

Se pensó en usar bases de datos comerciales como el Microsoft Access, pero dados algunos de los problemas que se podían presentar, como es la adecuada compatibilidad de las diferentes versiones de Office, se decidió utilizar una planilla electrónica que cumpliera las funciones de una base de datos. Tener estos cuidados es importante, en especial cuando se transfieren datos. Es común pensar que la transferencia electrónica de información es infalible. Sin embargo, al pasar números de una base de datos a otra, éstos pueden ser considerados como texto y perderse información, como por ejemplo en una inadecuada interpretación entre puntos y comas, lo que podría dar lugar a errores tales como que un resultado de 2,0 µg/dL de plomo en sangre pudiera ser considerado 20

µg/dL con la consiguiente desorientación del médico tratante y de la familia o de la incompatibilidad entre los resultados informados y los estudios estadísticos.

De acuerdo al diseño de las planillas electrónicas, se establecieron algunas pautas con el fin de no repetir nombres y otros parámetros de interés. Se codificó la información con el fin de que, si la misma llegara a manos de personas no autorizadas, los datos permanecieran sin ser vistos, utilizados o alterados. Se realizaron pruebas con el fin de verificar si la codificación era adecuada. Por ejemplo, se entregó una planilla con datos ficticios a varias personas con conocimientos de planillas electrónicas y se verificó que no podían visualizar los mismos. Por esto se consideró adecuado el procedimiento.

El manejo estadístico de los datos y la presentación de los mismos en talleres periódicos al personal de Salud, permitió que éste se sensibilizara y se involucrara, y comprendiera una nueva realidad.

Procesamiento de los datos

Dado que los primeros casos de valores elevados de plomo en sangre ocurrieron en La Teja, se indicó que todos aquellos pacientes que vivieran en la zona podrían realizarse dicho análisis, en forma independiente del servicio de salud al que pertenecía.

Al comenzar el procesamiento de datos, los análisis de plomo en sangre se realizaban a solicitud de los pacientes.

Al mismo tiempo, vista la localización de los primeros casos, se establecieron relaciones con la IMM y con la DINAMA entre otros organismos, con el fin de realizar evaluaciones ambientales para encontrar razones que pudieran justificar los elevados niveles de plomo encontrados en sangre.

Las solicitudes de análisis de sangre fueron creciendo en forma exponencial, y al contar con el tratamiento estadístico de tantos resultados, los mismos pudieron ser empleados como monitoreo biológico ambiental.

Los datos deben ser confiables, disponibles en todo momento y con facilidad de poder hacer estadísticas simples. Los mismos deben coincidir con los resultados que figuran en los informes remitidos a los pacientes

Esto es fundamental para que el cuerpo médico pueda tomar decisiones en relación al tratamientos o medidas a seguir en función de datos confiables.

Históricamente, en nuestro país se llevaban a cabo evaluaciones epidemiológicas de enfermedades transmisibles, pero a partir del 2001 se presenta una nueva situación que requiere un enfoque acompasado de otros conceptos y del trabajo multidisciplinario.

Ante esta nueva situación de posibles efectos en la salud, a causa de contaminantes ambientales, hacer el seguimiento en forma constante, se transformó en un desafío.

“Planilla electrónica”

Los requerimientos que fueron tomados en cuenta para la selección del programa para la transferencia y mantenimiento de los datos fueron:

- Compatibilidad
- Confianza
- Facilidad de manejo
- Facilidad de determinaciones estadísticas de acuerdo a las necesidades
- Facilidad de clasificación
- Selección rápida para la búsqueda de muestras analizadas

Los primeros datos introducidos en la planilla en el laboratorio son los siguientes:

- Número de referencia
- Fecha de ingreso al laboratorio
- Institución solicitante
- Nombre y apellido del paciente
- Cédula de Identidad o referencia de la institución solicitante (por ejemplo matrícula)
- Edad
- Sexo
- Dirección
- Teléfono
- Resultado
- Fecha de informe
- Analista responsable
- Observaciones

Estos datos son transferidos en su totalidad y en forma compatible a otra planilla de datos donde se ingresa otra información obtenida por el MSP y otras instituciones como la IMM, DINAMA, OSE, MIEM, y allí se realizaron los cálculos y tratamientos estadísticos.

La información ya procesada, o parte de la misma, se derivaba a los distintos Grupos de Trabajo que dependían de la Comisión Interinstitucional.

Con el fin de aportar información en forma rápida, se establecieron algunas reglas de trabajo, como por ejemplo el aviso inmediato cuando los resultados excedían determinado valor.

Todos los datos fueron manejados manteniendo parámetros de confidencialidad y confiabilidad.

Fortalezas y debilidades de la planilla

- Debilidad: Debido a la cantidad de pacientes, aparecieron casos de niños con el mismo nombre y apellido. Cuando no se contaba con afirmación adicional (por ejemplo número de cédula de identidad) no era posible determinar qué resultado correspondía a cada niño. Esto hacía difícil la identificación así como el hecho de que no siempre se contaban con los datos del domicilio real, En algunos casos los padres decían domicilios ficticios. En otros casos el problema de que algunas calles tenían numeración salteada o doble lo que dificultaba el ingresos de datos en forma sencilla.
- Debilidad: En algunos casos, por ejemplo en bebés menores a seis meses, la extracción de sangre se realizaba a la madres, pero el nombre que aparecía en la orden médica y en la jeringa correspondía al niño.
- Fortaleza: fácil de manejar, permite hacer gráficos en forma sencilla, buena compatibilidad entre diferentes versiones y entre distintas marcas de planillas electrónicas de uso comercial y de uso libre. Tienen la posibilidad de programar para cumplir funciones que deben repetirse frecuentemente,

Resultados

A través del procesamiento de los datos se arribó a las primeras conclusiones, las que sirvieron de apoyo para el seguimiento del tema y, en especial, a los tomadores de decisión.

En este capítulo se presentan algunas de dichas conclusiones, que fueron expuestas en congresos nacionales e internacionales, así como en publicaciones.

En la Figura 1 se muestra la distribución de la concentración de plomo en sangre en niños (0 a 14 años), adaptado de "Contaminación por plomo en el barrio La Teja; Montevideo, Uruguay"¹. En la misma se puede observar que más del 20% de los resultados fueron mayores al valor límite aceptado por la OMS (15 µg/dL), lo que estaría indicando una exposición a plomo como contaminante.

Determinaciones de plomo en sangre en niños de 0 a 14 años

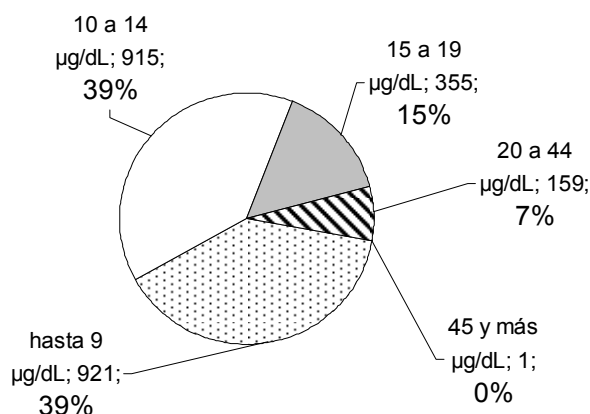


Figura 1.- Valores de plomo en sangre en niños (µg/dL). Datos correspondientes a 2351 niños de los cuales 51% son niños y 49% son niñas. La Teja, Montevideo, Uruguay, 2001¹

El promedio de los valores de plomo en sangre en función de la edad (niños, de 0 a 14 años) se muestra en la Figura 2, adaptada de "Contaminación por plomo en el barrio La Teja; Montevideo, Uruguay"¹. Se observa un máximo de Pb-S en niños entre 1 y 2 años, lo que corresponde a la edad en que la mayoría de los niños comienzan a desplazarse por su cuenta y aún tienen el hábito de llevarse objetos a la boca.

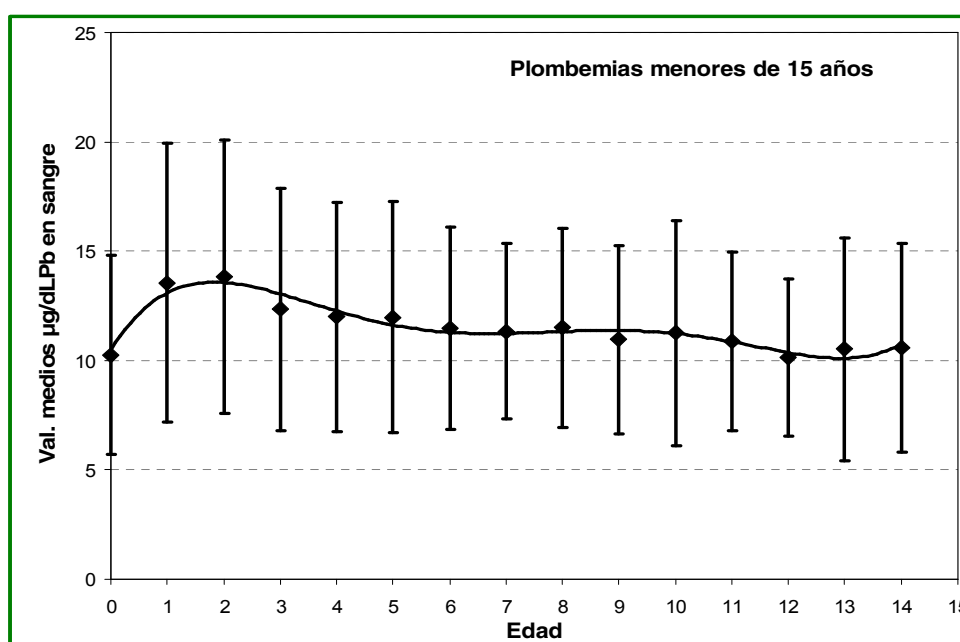


Figura 2.- Valores de plomo en sangre en niños (µg/dL). Datos correspondientes a 2351 niños (valores medios, desviación estándar) por edad. La Teja, Montevideo, Uruguay, 2001¹

Analizando la población infantil en general, se observa una tendencia a la disminución de los valores de plomo en sangre al aumentar la edad, lo que puede asociarse al cambio de hábitos conductuales. Este hecho se refleja al estudiar a los integrantes de una familia. Como ejemplo, se muestra la Figura 3, extraída de "Contaminación por plomo en el barrio La Teja; Montevideo, Uruguay"¹.

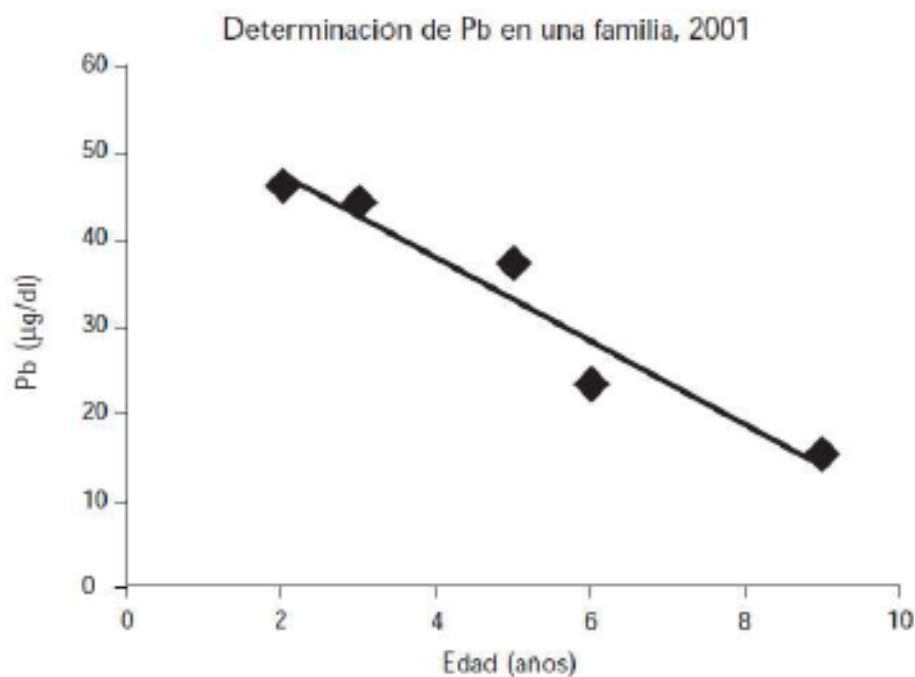


Figura 3.- Valores de plomo en sangre (µg/dL) en 5 niños pertenecientes a un mismo hogar. La Teja, Montevideo, Uruguay, 2001¹

Por otro lado, en "Contaminación ambiental de plomo en asentamientos urbanos en Montevideo Uruguay y su repercusión en los niveles de plomo en sangre en población infantil"², se demostró que existe una relación entre el valor de plomo en suelo y el porcentaje de niños menores de 15 años con valores de plomo en sangre superiores o iguales a 10 µg/dL en los asentamientos. Hasta ese momento, los niños actuaban como monitores biológicos de la contaminación ambiental. Este estudio llevó a que las autoridades cambiaran la estrategia de trabajo para enfrentar la problemática, analizando el plomo en los suelos y, a partir de los resultados, estudiar a los niños que vivían en zonas de riesgo.

La dependencia existente entre los niveles de plomo en sangre y la accesibilidad al agua potable quedó demostrada en un estudio presentado

en el Congreso de Toxicología Clínica de 2002: "Avances en el estudio epidemiológico y del microambiente en niños contaminados por plomo"³. Se verificó que en la población estudiada (niños con Pb-S mayor a 20 µg/dL), los niños que no contaban con agua potable intradomiciliaria tenían valores de Pb-S casi 30% mayores a aquellos que sí contaban con agua potable dentro de sus casas.

Al estudiar niños menores de 6 años se observa que el promedio de los valores de plomo en sangre en función de la edad como se muestra en la Figura 4, adaptada de estudio presentado en el Congreso de Toxicología Clínica de 2002: "Contaminación ambiental por plomo"⁴, depende del origen de las muestras remitidas aunque los niños pertenecían a la misma zona.

Esto puede deberse a que los niños que se atienden en el sistema público corresponde a familias de menores ingresos familiares, mientras que los hijos de trabajadores estables se atienden en el Banco de Previsión Social (BPS) o en algunas de los sistemas mutuales (IAMC), lo que puede verse asociado a los aspectos socioeconómico del hogar.

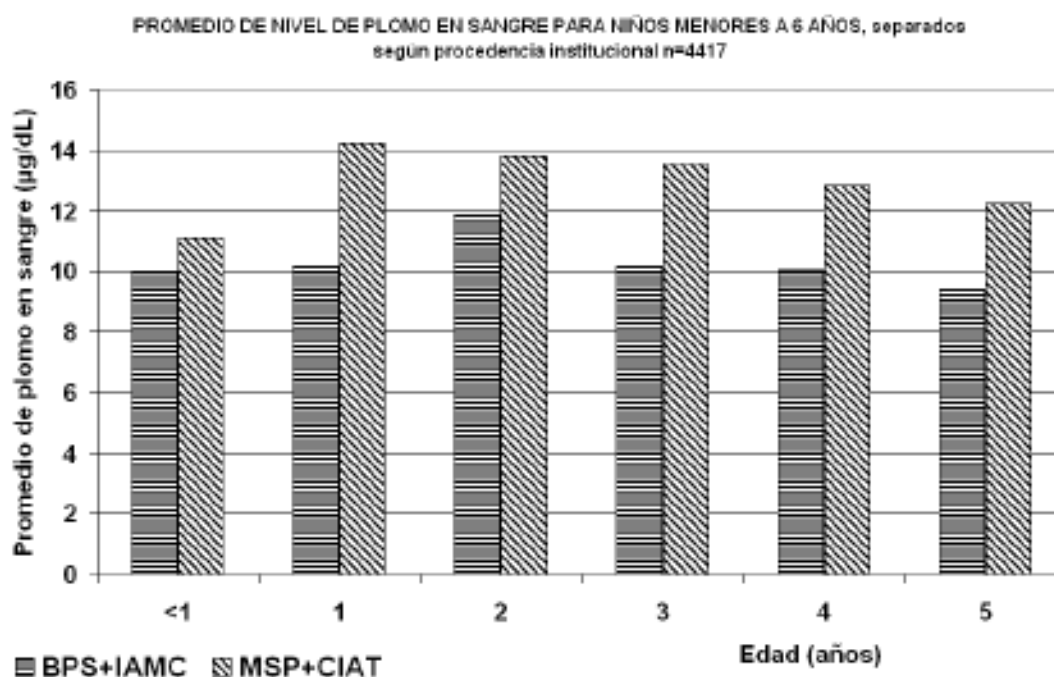


Figura 4.- Valores de promedio plomo en sangre (µg/dL) en niños menores a 6 años según lugar de procedencia institucional de la muestra de sangre. La Teja, Montevideo, Uruguay, 2001⁴

En la primera etapa puede considerarse que los niños actuaron como si fueran los monitores ambientales, posteriormente cuando los valores de plomo en sangre pudieron ser asociados a los de concentración de plomo en suelo, paredes, juguetes así como hábitos infantiles, los niños monitoreados pasaron a ser aquellos que estaban expuestos o con riesgo de exposición. Se estudió también si había correspondencia entre los resultados de dos técnicas analíticas diferentes

Glosario

Base de datos: Una base de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo tema y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

Codificación: Es el método que permite convertir un carácter de un lenguaje natural (números y letras) en símbolos de otro sistema de representación, por ejemplo en una secuencia diferente de números, letras y símbolos aplicando normas o reglas de codificación. Esto se realiza con la finalidad de facilitar el almacenamiento de texto en computadoras o para facilitar la transmisión de texto a través de la redes de telecomunicaciones, en forma segura.

Trazabilidad: Según la norma ISO 8402 y el Reglamento Europeo 178/2002, la trazabilidad o rastreabilidad es la aptitud para encontrar y seguir el rastro de los datos, a través de todas las etapas, con el fin de tener la historia completa de los mismos

Bibliografía

- 1) Mañay, N.; Alonzo, C.; Dol, I. Contaminación por plomo en el barrio La Teja; Montevideo, Uruguay. Salud Pública de México. 45(2), S268-S275, 2003
- 2) Dol, I.; Feola, G.; García, G.; Alonzo, C. Contaminación ambiental de plomo en asentamientos urbanos en Montevideo Uruguay y su repercusión en los niveles de plomo en sangre en población infantil. ISSN 1668-091X. www.sertox.com.ar/retel/n04/003.htm. Retel / N°04 [mayo 2004]. [29/6/2009]
- 3) Alonzo, C.; Dol, I.; Cerdeiro, A.; Pebaque, M.; Feola, G.; Bonjour, V.; Cristo, P.; Miraballes, R. Avances en el estudio epidemiológico y del microambiente

en niños contaminados por plomo. Congreso de Toxicología Clínica. Mayo 2002. Presentación oral

- 4) Ruocco, G., Dol, I.; "Contaminación ambiental por plomo" Congreso de Toxicología Clínica. Mayo 2002. Presentación oral.

Capítulo VI

El Plomo en el Ambiente Domiciliario

Ings. Químs. Gristo, Salvarrey

El plomo es un elemento ubicuo en el ambiente. Diversas son las fuentes de exposición (gasolina, pintura, juguetes etc.) y las vías de exposición (aire, suelo, alimentos, agua, etc.). La influencia de cada una de estas fuentes depende entre otros factores tales como la edad y la vía de exposición, de la concentración y de la frecuencia de exposición.

Esta sección se orienta a las fuentes de exposición al plomo en el ambiente domiciliario y particularmente a la contribución y la repercusión de estas en los individuos más pequeños por tratarse de una población sensible y que en general, reside más horas en el ambiente domiciliario.

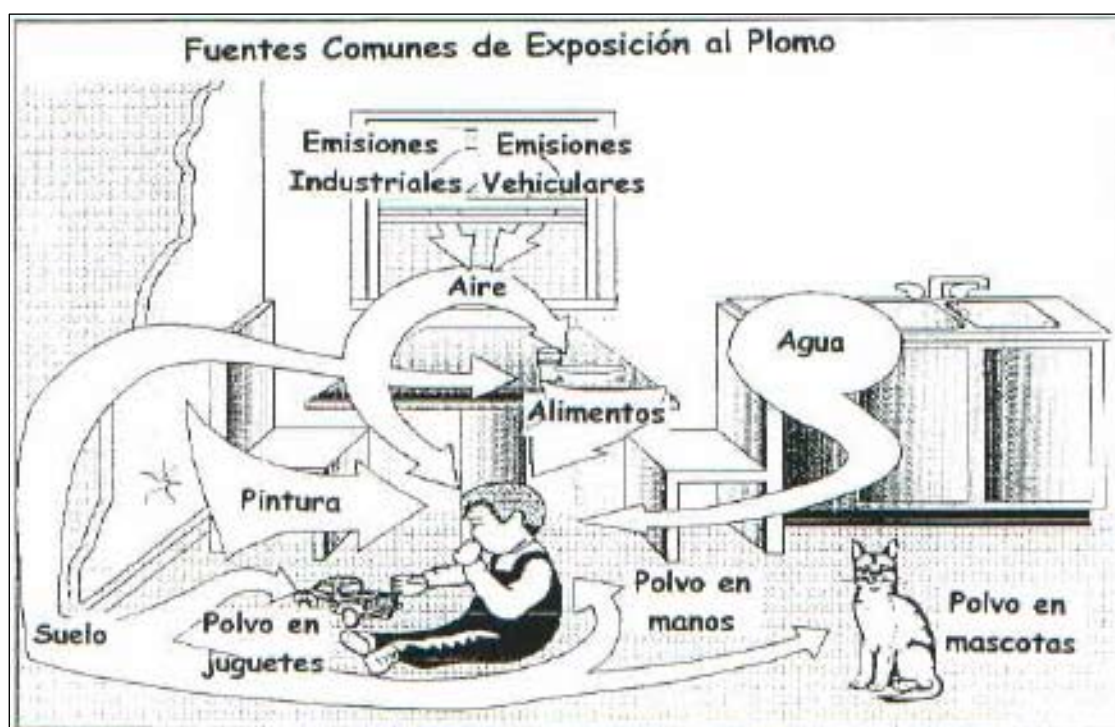


Figura: Fuentes comunes de exposición al Plomo en el hogar
(Center of Control Disease and Prevention, 1998)

En el ambiente domiciliario, las fuentes de exposición están vinculadas a productos o artículos (utensilios) que son utilizados por el grupo familiar, por prácticas o hábitos alimenticios, laborales o de esparcimiento, o por conductas particulares de los niños que aumentan la frecuencia y la magnitud de la exposición en forma relativa a los adultos.

Para cada fuente o grupo descrito se presenta una breve reseña de las principales medidas recomendadas para identificar y evaluar la exposición, y las medidas de intervención físicas requeridas cuando dicha exposición se evalúa como significativa. No se abordan las medidas educativas y el trabajo social con la familia que también es necesario en estos casos pues serán desarrollados en otro capítulo específico.

Pintura

Las pinturas decorativas o de uso hogareño, tanto aquellas utilizadas para el recubrimiento estético de paredes y/o de mobiliario, contienen aún hoy pigmentos, secantes y aditivos diversos a base de compuestos de plomo. A partir de los años setenta, la industria de la pintura situada en los países desarrollados, ha limitado el contenido de Pb en pinturas de uso doméstico en respuesta a nuevas exigencias normativas. En Uruguay no existen aún regulaciones normativas al respecto, si bien ha habido cambios técnicos que han permitido la sustitución de algunas materias primas (como el ya histórico cambio de pinturas a base de carbonato de plomo por pigmento de óxido de titanio).

Actualmente, se siguen comercializando en Uruguay pinturas domésticas, de formulaciones nacionales e importadas, conteniendo cantidades variables de compuestos de plomo como por ejemplo: PbCrO_3 (cromato de plomo, pigmento amarillo), Octoato de Pb (secante) (2). En 1978, La Comisión de Seguridad en los Productos de Consumo de Estados Unidos prohibió la utilización de pinturas conteniendo mas de 0,06% de plomo en peso tanto en superficies interiores como exteriores de residencias, en juguetes y en mobiliario (3). Según una pesquisa realizada por DINAMA en 2002 entre los fabricantes nacionales, varias marcas comerciales nacionales e importadas

superaban la referencia de 0.06% Pb en peso. En ese momento, sólo una empresa comercializaba pinturas cuyo contenido en plomo era controlado para ser inferior a la referencia mencionada, y se impuso este estándar como norma de la casa matriz (*). Finalmente, la Ley 17.775 prohíbe la importación y fabricación de pinturas decorativas con un contenido mayor al nivel máximo que establezca la regulación correspondiente, pero en ausencia de regulación como sucede hasta el momento con la mencionada ley, es insustancial.

Por esto, en las viviendas que no han hecho un recambio de sus pinturas, y aún las que tengan pinturas nuevas con contenido de plomo excepcionalmente alto, las pinturas configuran una fuente potencial de exposición para la población infantil.

La exposición humana a la pintura en base de plomo es significativa cuando la pintura se encuentra deteriorada y accesible. Los niños pequeños son más sensibles a la contaminación por pintura a base de plomo ya sea por ingerir fragmentos directamente en la pared "descascarada" (hábito de pica) o por entrar en contacto con fragmentos de pintura desprendidos de las paredes e incorporadas al suelo o polvo (mano-boca), o bien por vía inhalatoria al ingresar polvo al ambiente contaminado con restos de pintura.

En paredes exteriores, las pinturas a base de plomo se van desprendiendo y se incorporan al suelo sin pavimento, lo cual determina una elevada concentración y otra fuente de exposición si son áreas frecuentadas por los niños. Si el suelo está pavimentado, la pintura se deposita en la superficie y puede resultar en una fuente de exposición para los niños si se trata de áreas de juego (polvo conteniendo concentraciones variables de plomo).
(14)(15)(16)

Evaluación de la exposición.

La identificación y cuantificación de esta fuente, cuando se sospeche que puede resultar significativa (pinturas descascaradas o con signos evidentes de rasguños por los niños), puede determinarse directamente mediante la

toma de muestra por rasqueteo de la pared y análisis de Pb total en la muestra. La referencia a tomar es la mencionada de 600 ppm en base masa, pero en algunos casos se utilizan referencias de masa de plomo por unidad de superficie.

Medidas de intervención

La eliminación y sustitución de la pintura es la medida a adoptar cuando se identifica esta fuente como significativa. En EEUU esta operación se realiza por empresas y personal especialmente capacitados y equipados, para evitar la exposición durante la operación (protección del operario), minimizar la dispersión de la contaminación, y dar una disposición final adecuada a los restos de pintura que son removidos. Se debe evitar que la operación de remoción en sí misma constituya una fuente de exposición para el operario y, durante y luego de la operación, para la familia. (15)(16)

Agua de consumo

Salvo en casos específicos de contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua (cuerpos de agua superficial o acuíferos), en general la presencia de Pb en agua de consumo se asocia a procesos de contaminación en la red de distribución. Esto puede ocurrir por la presencia de tuberías o accesorios de plomo, o de soldaduras o juntas de plomo en tuberías de otros materiales, o bien de accesorios de bronce con alto contenido de plomo, tanto en las redes de distribución locales como al interior de las viviendas.

La disolución del metal o arrastre de partículas en suspensión en cañerías o accesorios de plomo, o en cañerías o accesorios de otros metales que han sido reparadas con plomo o contienen plomo, son el mecanismo de incorporación del metal en agua. La concentración de plomo en agua será función de las propiedades del agua (temperatura, pH, alcalinidad y contenido salino), edad y superficie expuesta de las tuberías, accesorios y

soldaduras, y tiempo de exposición del volumen de agua a las superficies que liberan plomo. (2)

Es así que se observa una variación importante de la concentración de plomo en agua a lo largo del día, asociado por ejemplo a cambios de propiedades del agua, modificación del caudal en la línea, y eventuales reparaciones que provocan una mayor disolución o arrastre de plomo. (2)

Por ejemplo, luego de la reparación de una línea lo que permite la sedimentación de material y su arrastre, la concentración de plomo al iniciarse nuevamente la operación será más elevada. Igualmente, los primeros volúmenes de agua en la mañana luego de la sedimentación que ocurre en la cañería durante la noche cuando no existe circulación (agua estancada) son probablemente mas concentrados en plomo.

Cabe mencionar que por Resolución Nº 1575/01 de la Intendencia Municipal de Montevideo, se dispuso la obligatoriedad del uso de tuberías y/o accesorios con menos del 8% de plomo y para una soldadura o fundente con contenido de ese metal no mayor al 0,2 % para la instalación o reparación de cualquier sistema de distribución de agua potable tanto domiciliario como público en el departamento.

De todas formas, debido a su amplio uso en el pasado, hoy en día se pueden encontrar todavía tuberías y accesorios de plomo (o con alto contenido de plomo) tanto al interior de las viviendas como en las redes de distribución, y su eliminación definitiva será producto de recambio por obsolescencia, o eventualmente planes específicos de reemplazo que se planteen en un futuro. (8)(9)(10)

En cuanto al contenido de plomo en agua embotellada, no se esperan tampoco valores elevados, aunque se desconoce si se incluye el análisis de plomo en la fuente o producto en las rutinas de análisis de calidad del fabricante y/o como mecanismo de las autoridades de control.

Evaluación de la exposición.

En algunas situaciones, el agua de consumo puede convertirse en la principal fuente de exposición al plomo. La toma y análisis de muestras de agua, preferiblemente en las mismas condiciones que se utiliza para consumo (grifo más usado para consumo, horario más usado), permite identificar concentraciones anormales en el agua de consumo. Previamente, se recomienda identificar el tipo de cañerías de abastecimiento interno y externo a la vivienda, en particular (pero no exclusivamente) si son de plomo. Un caso particular es el de abastecimiento exterior a la vivienda, en cuyo caso también se debe evaluar el recipiente y las condiciones en que se transporta hacia el interior de la vivienda. (2)

El valor de referencia en Uruguay, definido por el Reglamento Bromatológico Nacional es de 50 µg/L, de aplicación en agua potable y en aguas embotelladas. La norma interna de calidad de OSE es de 30 µg/L (Administración de las Obras Sanitarias del Estado, empresa pública principal proveedora del servicio de abastecimiento de agua potable del país). El cual coincide con los requisitos establecidos por la norma técnica UNIT 833:2008. A nivel internacional, el valor guía recomendado por la Organización Mundial de la Salud es de 10 µg/L, y el estándar norteamericano es de 15 µg/L, valores sensiblemente inferiores a los establecidos nacionalmente. (1)(2)(12)(13)

Medidas de intervención

Como medida preventiva se recomienda el cambio de cañerías internas de plomo que existieran, y sustitución por tuberías de otros materiales. Cuando se sospeche que la fuente de Pb en el agua de consumo es exterior a la vivienda, por las líneas de abastecimiento, deberá solicitarse a URSEA (**) los estudios y eventuales modificaciones necesarias.

A nivel preventivo más general, no se conoce que existan planes o proyectos nacionales o municipales de sustitución de las tuberías de plomo, o prohibición de importación, fabricación y uso en construcción de tuberías de plomo o de accesorios de bronce con contenidos altos de plomo. Tampoco se tiene conocimiento del control específico de plomo en aguas embotelladas; aunque el análisis de plomo en agua de la red de abastecimiento está definido como una de las actividades de rutina desarrolladas por la mencionada URSEA.

Juguetes

Si bien algunos juguetes como los soldaditos de plomo han caído en desuso, de igual forma podrían existir juguetes con piezas de plomo metálico, o con pinturas conteniendo altos niveles de plomo.

El hábito de llevar a la boca y morder los juguetes que contuvieran partes de plomo metálico o pinturas con plomo, puede conducir en algún caso a la significativa exposición del niño. (2)

Existe normativa nacional específica (Decretos 388/05 y 289/07) con el objetivo de que los juguetes sean diseñados y fabricados de forma que su ingestión, inhalación, contacto con la piel, las mucosas y/o los ojos no presenten riesgos para la salud o peligro de lesiones, en caso de su utilización o uso normal, comprendiendo requisitos respecto al plomo, de aplicación a los juguetes de fabricación nacional e importados. El control se realiza a través de certificados de conformidad emitidos por organismos acreditados o designados, e incluye la toma de muestras en la empresa o en los puntos de venta.

Evaluación de la exposición.

Identificar si existe el hábito de llevar a la boca y roer algún juguete, determinar los juguetes sospechosos, e investigar la composición de estos juguetes, por consulta al fabricante o importador, y eventualmente, realizar el análisis químico de los materiales. No se dispone de valores de referencia, pero a modo comparativo, las piezas de Pb metálico son de fácil identificación química y para las pinturas puede utilizarse el mismo valor de referencia que para pinturas domésticas.

Medidas de intervención

Eliminar el o los juguetes sospechosos y sustituir por otros más seguros, por su origen o porque está claramente identificado que no contienen plomo en piezas o pintura.

Prácticas laborales y de entretenimiento

Diversas actividades de trabajo artesanal o asociadas al esparcimiento que se realizan en el hogar, pueden constituir una fuente importante de exposición a plomo para quien las realiza, y especialmente para los niños que están compartiendo dichas actividades o los espacios donde se realizan.

Una de las más comunes es la fundición de accesorios de plomo para elaborar plomadas que serán utilizadas en la pesca deportiva o profesional. Se ha observado que muchos adultos comparten esta tarea con niños de la familia, como una forma de integrarlos y compartir el gusto por la pesca deportiva. La exposición directa del niño a los vapores de plomo que se generan durante esta tarea, es siempre muy significativa, y dependiendo de la frecuencia con que se realiza, puede derivar en un grave perjuicio de la salud del niño. (8)(9)(10)

Otro ejemplo lo constituyen una diversa gama de artesanías que se realizan en forma profesional o como entretenimiento a nivel doméstico, con la utilización de productos químicos. Quizás el más conocido sea la elaboración de artículos cerámicos, para el cual se utilizan pigmentos como el minio (óxidos de plomo) que por accidente o descuido pueden entrar en contacto con el niño. Asimismo, si la labor se realiza en un ambiente compartido con el niño, también puede existir exposición por vía inhalatoria de polvos derivados de la misma actividad. (11)

Otro ejemplo es la denominada "soldadura con estaño", para la reparación de equipos eléctricos y electrónicos, que se realiza directamente fundiendo un hilo de aleación estaño-plomo entre las piezas a unir. (11)

Teniendo en cuenta la alta movilidad de los animales domésticos, y el potencial contacto con fuentes de exposición (por ejemplo suelo contaminado o residuos en áreas próximas a la vivienda), las mascotas pueden también resultar en una vía de ingreso del plomo al ambiente domiciliario, y de exposición de los niños que juegan con ellos. (10)

En Uruguay se han detectado varios casos de niños con altos niveles de plomo en sangre por su exposición a la actividad de “quema de cables”, o sea, la quema a cielo abierto de conductores eléctricos con el objeto de eliminar el recubrimiento plástico y la posterior venta del metal (cobre o aluminio). Algunos cables de alta tensión para usos especiales contienen una lámina de plomo interior al recubrimiento plástico exterior. Cuando el cable se quema, la película de plomo se funde emitiéndose como vapores y como particulado fino con los gases de combustión. En consecuencia, el plomo puede ingresar por vía inhalatoria en quienes se encuentran realizando la operación, o quienes estén próximos a la misma. Igualmente, las áreas de quema (suelo) presentan una alta concentración de plomo y el contacto directo con suelo contaminado constituye una fuente de exposición importante. (5)(8)(9)(10)

El ingreso de plomo al hogar a través de los útiles y ropa de trabajo de adultos que desarrollan alguna actividad vinculada al plomo (fundiciones, fábricas de pintura, entre otros), puede también resultar una fuente de exposición para toda la familia. A modo de ejemplo, durante las evaluaciones realizadas desde 2001 en Uruguay, se han detectado varios trabajadores de pequeñas industrias metalúrgicas que sistemáticamente transportan residuos de la industria a sus hogares para recuperar y vender la fracción metálica aprovechable del residuo luego de su clasificación, separación y eventualmente fundición. Esta práctica puede resultar en un aumento de los niveles de plomo en el ambiente domiciliario. (2)(3)(11)

Evaluación de la exposición

Resulta fundamental identificar las actividades laborales de los adultos y la eventual participación directa (o la presencia en el mismo espacio físico) de los menores del núcleo familiar. Especialmente si los adultos desarrollan alguno de los trabajos que están indicados como de riesgo por exposición laboral al plomo. Aún cuando las actividades de los adultos parezcan totalmente disociadas de lo que ocurre al interior de la vivienda, deberá indagarse hasta definir si existe alguna posibilidad de contacto de los

menores a ropa o herramientas de trabajo, o cualquier objeto que provenga del ámbito laboral.

Es útil consultar a los adultos listando las actividades laborales o de entretenimiento que pudieran devenir en una exposición de los menores, aún las que se realizan esporádicamente.

Medidas de intervención

La primera medida recomendada cuando se detecta una actividad potencialmente de riesgo para los menores, es procurar alejarlos de la misma o del contacto con cualquier material vinculado a la actividad. La experiencia indica que se requiere un manejo cuidadoso de la información con los adultos, pues generalmente al informarlos sobre la potencial exposición de los menores por una actividad que ellos están desarrollando, la reacción es de rechazo y negación. Esto puede ser contraproducente con el efecto esperado de alejar a los menores de la fuente de exposición.

Alimentos

Aunque se tiene poca información sobre la situación en nuestro país, los alimentos pueden resultar una vía de exposición tanto por el contenido de plomo inicial, como por el envase en contacto con el alimento y los recipientes utilizados para servirlos (por ejemplo, pots de cerámica elaborada con pigmentos y aditivos de plomo).

Ha caído en desuso y está fuertemente regulada en muchos países la utilización de latas soldadas con plomo, o aleaciones de plomo, como envases de alimentos.

El Código Bromatológico Nacional establece límites máximos de tolerancia para el plomo en alimentos, un valor general de 2.0 mg/Kg, y valores particulares para aceites, grasas y emulsiones refinadas, chocolate endulzado y jugos de frutas cítricas, vinagres. Como se mencionó anteriormente, para agua potable y embotellada, y para bebidas alcohólicas

destiladas, se disponen también valores máximos de concentración de plomo.

Asimismo, regula el máximo contenido de plomo (1%) en los materiales de envases metálicos, para las partes que estarán en contacto con los alimentos, y los límites de migración total de plomo desde el envase al alimento, y el contenido máximo de plomo en las soldaduras de estaño que estarán en contacto con el alimento.

Se establece el contenido máximo de plomo soluble en colorantes y pigmentos que colorean los envases y equipamientos plásticos. Para envases de cerámico y vidrio, y de materiales celulósicos, también se establecen límites para la migración de plomo (contenido en los materiales que constituyen el envase) hacia el alimento. (12)

Yendo más al origen del alimento, no se espera que contengan en general niveles elevados de plomo, salvo en algún caso específico que se haya utilizado arseniato de plomo como funguicida, y este producto no se haya eliminado de la parte comestible. O bien, en casos particulares donde se cultive en suelos contaminados con plomo, para lo cual, deberá darse conjuntamente que se trate de una planta que absorba significativamente plomo del suelo y que este metal se acumule en la parte comestible de la planta y que las condiciones ambientales (pH, contenido de materia orgánica y fósforo del suelo, etc.) favorezcan una elevada absorción. De todas formas, durante los trabajos de evaluación de contaminación en suelos se detectaron suelos de huertas familiares con concentraciones elevadas de metales pesados, incluyendo plomo, por el agregado frecuente de cenizas provenientes de estufas hogareñas o churrasqueras, aparentemente una práctica común. En las cenizas se concentran los metales pesados presentes naturalmente en la leña utilizada como combustible. (5)

No se tiene información específica sobre la ingesta de plomo por animales de consumo humano, pero también puede representar una fuente de exposición si estuvieron expuestos, por ejemplo, a suelos contaminados. El

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca realiza controles de rutina para el monitoreo de metales pesados (entre otros contaminantes) en alimentos de origen agropecuario, en particular carne y lácteos.

Evaluación de la exposición

Identificar hábitos alimenticios particulares, y de alimentos que son consumidos con una alta frecuencia, es un primer acercamiento a la identificación de potenciales fuentes de exposición por alimentos. Asimismo, es importante registrar si existe consumo de productos animales o vegetales producidos en forma doméstica. En caso que se encuentren causas justificadas, podría realizarse un análisis químico del alimento y su comparación con estándares internacionales. Si el análisis se hace sobre el producto vegetal o animal, deberá estimarse la ingesta real de plomo considerando la frecuencia y cantidad que se consume, sobre la fracción del producto que es consumida (por ejemplo, sobre la hoja o raíz en el caso de vegetales).

Medidas de intervención físicas

Cuando se identifique un alimento como fuente de exposición significativa a plomo, se recomienda su eliminación de la dieta familiar. En algunos casos, dependiendo de la concentración de plomo en el alimento, y cuando la eliminación definitiva del mismo acarrea otras complejidades, podría restringirse y disminuirse la frecuencia de su consumo.

Estudio de caso: Identificación de las fuentes de exposición domiciliarias

Una experiencia interesante al respecto son las visitas a domicilio realizadas en el ámbito de la comisión inter-institucional que abordó técnicamente la contaminación por plomo desde el año 2001. Estas visitas tuvieron el objetivo de identificar las potenciales fuentes de exposición a plomo de niños con valores de plumbemia detectados mayores a 20 µg/dL, y se

realizaron en su mayoría en el barrio La Teja y alrededores de Montevideo durante 2001-02.

La preparación de las visitas consiste en el análisis en gabinete de las potenciales fuentes ambientales, la compilación de todos los datos de salud disponibles para el núcleo familiar a visitar y sus vecinos (fundamentalmente resultados de plumbemia de los menores). Se establecieron procedimientos y criterios para estandarizar las visitas de los equipos de técnicos ambientales de la IMM y DINAMA encargados de la tarea, y la evaluación de los resultados se discutía posteriormente en conjunto con MSP.

En general se realizaba una visita conjunta, o bien previa, de un equipo de asistencia social para lograr un nivel de confianza y apertura en el núcleo familiar y el ambiente necesario para acceder a todos los datos de importancia. Debe tenerse en cuenta que luego de informada de un resultado elevado de plumbemia, la familia se encuentra generalmente en una situación de angustia generada por la incertidumbre sobre sus causas y principalmente sobre las consecuencias en la salud del integrante de la familia, y ante ello demandará información, acompañamiento y apoyo para su solución.

La visita se inicia con una entrevista al jefe de familia o referente adulto en el domicilio, tomando datos físicos sobre la vivienda, actividades laborales de los adultos y menores, otras actividades de interés intra y extra-domiciliarias del o los menores afectados, incluyendo hábitos y juegos. En el caso que se dispone de valores de plumbemia para otros niños de la familia, es un dato importante para correlacionar con la edad, actividades o hábitos de cada uno, en especial cuando uno de los niños exhibe valores excepcionalmente altos con respecto a los demás.

Son investigados los hábitos de pica y geofagia, y su vinculación a potenciales fuentes de exposición como pinturas con plomo, suelos y residuos contaminados con plomo, juguetes o materiales en contacto frecuente con el niño.

También se recaban datos sobre las actividades extra-domiciliarias del niño, aquellas que tienen una frecuencia importante en su rutina semanal. En algunos casos es importante realizar una visita a dichos lugares y una investigación complementaria de estos lugares.

Se realiza una recorrida por la vivienda y su entorno, poniendo especial atención a las áreas de juego habituales, y a los elementos que podrían constituirse en fuentes de exposición, tales como suelos rellenos, pinturas descascaradas, residuos, etc. En los casos donde hay evidencias suficientes sobre la naturaleza de alguno o varios de los elementos descritos anteriormente, se toman muestras para su análisis químico, o se coordina una visita posterior para ello.

Los datos relevados se registran adecuadamente, por ejemplo una planilla o lista de chequeo que incluya referencia a los aspectos mencionados, tales como agua de consumo (fuentes de aprovisionamiento, materiales constitutivos de la red interna y externa de la vivienda), hábitos y actividades laborales y de esparcimiento, datos e historia de la vivienda y el terreno.

Posteriormente, incluyendo resultados analíticos si es el caso, se elabora un informe de la visita, analizando los datos obtenidos y fundamentalmente, se determinan las potenciales fuentes de exposición de los niños. Eventualmente, se sugieren medidas de intervención física para mitigar y/o minimizar la exposición a las fuentes identificadas. Este informe se transfiere al equipo de salud que transmite las medidas de aplicación posibles a la familia, y se coordinan las medidas de intervención física con el organismo correspondiente o directamente con la familia (cambio de pinturas, cambio de red de cañerías internas o exteriores a la vivienda, barreras físicas para eliminar el contacto con suelo contaminado).

El equipo de salud es el encargado de monitorear la evolución del menor afectado, de trabajar sobre la información y la educación en salud, y de evaluar si las medidas de intervención fueron efectivas.

Como ejemplo de la metodología de evaluación empleada, y la importancia de realizar una investigación en sitio (domicilio y otros sitios frecuentados por el niño), que sea adicional y complementaria al examen en consultorio, se presenta brevemente uno de los casos estudiados. Un niño de 9 meses, con plumbemias elevadas mayores a 20 µg/dL, con muy buen estado nutricional, talla y peso normal para su edad. No se observa en la visita al domicilio en principio ninguna evidencia clara de fuente extra o intra-domiciliara de exposición a plomo. En la entrevista e indagando sobre la alimentación del niño, la madre expresa que utiliza agua caliente del calefón para disolver la leche en polvo. Se identifica entonces el agua de consumo como fuente potencial de exposición, y provisoriamente se indica a la madre que no utilice esta fuente para la preparación de la mamadera del niño. El seguimiento posterior indicó una disminución marcada del valor de plumbemia, descendiendo por debajo de 10 µg/dL. (***)

Estudio de caso: Evaluación de plomo en aire

En el año 2001 se diseñó y montó una red de monitoreo de calidad de aire en el barrio La Teja de Montevideo, con el objetivo de evaluar la concentración atmosférica de plomo, y su aporte como fuente de exposición ambiental a plomo en esta zona.

Las fuentes potenciales de emisión de plomo a la atmósfera identificadas en esta área fueron principalmente fuentes móviles (en dicho momento aún se comercializaban gasolinas aditivadas con tetraetilo de plomo), fuentes fijas industriales (refinería de petróleo, fundiciones y metalúrgicas) y fuentes fijas informales (fundiciones clandestinas).

Es importante destacar que las fuentes de carácter de impacto más local, como la fundición domiciliara y la quema de residuos (cables fundamentalmente), y la resuspensión de suelos contaminados, que tienen un efecto significativo en la exposición humana a escala domiciliaria, tienen posiblemente un impacto puntual o local y no influyen de manera significativa en la calidad del aire a escala de barrio o ciudad.

Los equipos y métodos de muestreo y análisis siguieron las directivas de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (U.S.EPA), que recomienda la determinación de plomo en aire, a través del muestreo de partículas totales en suspensión durante 24 horas (PTS, partículas cuyo diámetro aerodinámico es menor a 100 micrómetros), y el análisis de plomo en la muestra seca, lo que permite llegar a un valor de concentración media diaria de microgramos de plomo por metro cúbico de aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). El estándar de calidad de aire que se tomó como referencia también de esta Agencia es de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (2)

Para el muestreo se utilizó equipamiento de la Intendencia Municipal de Montevideo y de la Dirección Nacional de Medio Ambiente. Se instalaron y operaron muestreadores de alto volumen (HiVol) que son los indicados por U.S.EPA., y se organizó el muestreo de tal forma de obtener datos cada 6 días con cada equipo (en algunos casos una frecuencia mayor). Adicionalmente, se instaló y operó durante un mes un equipo de monitoreo móvil que suministró UTE, fundamentalmente para tener un valor promedio y continuo durante todo el período de muestreo de partículas PM₁₀ (diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros). Se determinó la concentración de plomo en la fracción PM₁₀, siguiendo los mismos procedimientos utilizados en el caso la fracción PTS. Y también se operaron equipos similares a los Hi-Vol pero con capacidad de muestreo entre 4 y 8 horas. (2)(4)

Para correlacionar con los datos de material particulado y plomo en aire, se contó con datos meteorológicos de las estaciones Prado y Melilla generados por la Dirección Nacional de Meteorología.

La localización de los equipos siguió el criterio de cubrir todos los cuadrantes del área de estudio, proximidad a potenciales fuentes de emisión como calles de alto tránsito y fuentes puntuales, así como la disponibilidad de ubicaciones con acceso y seguridad adecuados (ver mapa de ubicaciones).

Los resultados del monitoreo se presentan en los gráficos siguientes, e indican en líneas generales que en ningún caso se superó el estándar de referencia para plomo en aire. Durante el período de monitoreo, se encontró que los habitantes de la zona en estudio estuvieron expuestos a concentraciones de plomo en aire muy por debajo del estándar de referencia ($< 1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tampoco se superaron los estándares diarios de PM₁₀ y PTS ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $260\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente), observándose un promedio bastante por debajo del estándar anual ($75\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el caso de PTS).

Si bien en una estación se encontraron valores más altos de PTS que en las restantes estaciones (aunque ninguno supera el estándar diario), esto puede explicarse por el hecho de que las mediciones en esta estación fueron realizadas desde las 10:00 hasta las 14:00, posiblemente durante las horas pico de emisión de este contaminante (mayor circulación de vehículos).

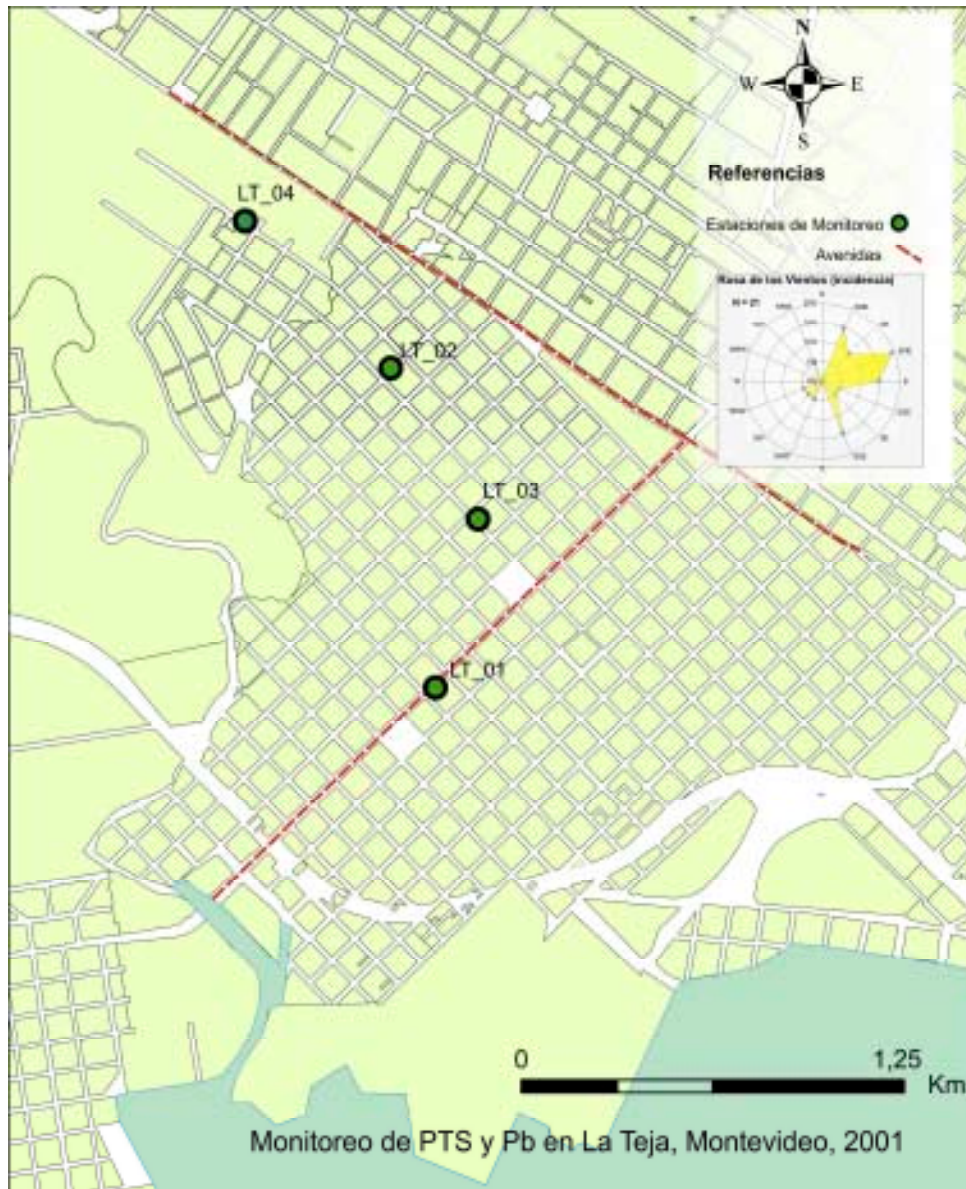
Valores relativamente bajos de material particulado y plomo en aire están generalmente asociados a días posteriores a precipitaciones pluviales, lo cual es concordante con la bibliografía consultada sobre el efecto positivo de la lluvia para estos parámetros.

En conclusión, se encontraron valores de calidad de aire aceptables en cuanto a material particulado y plomo, y a escala barrial (local o regional) las fuentes de emisión pre-identificadas no parecen constituir fuentes importantes de exposición humana a plomo. Esta situación es aplicable a la población en general, y no se esperan durante el período de monitoreo niveles de exposición significativos a plomo debido a la concentración en aire.

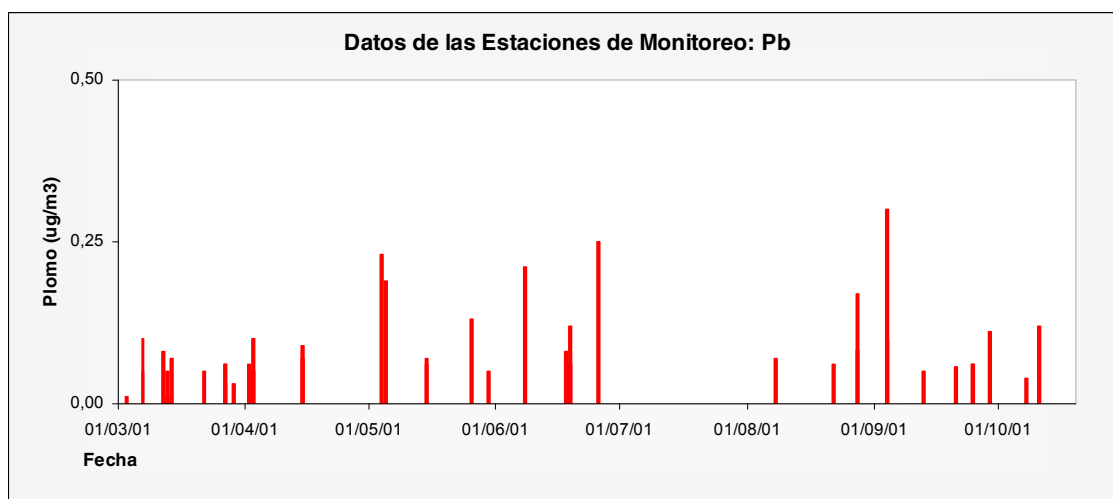
Para el análisis de los resultados, debe considerarse que al momento del monitoreo habían sido clausuradas por la IMM varias fundiciones no ferrosas en el área, por lo cual se desconoce la situación anterior a estas clausuras. Por otro lado, no es posible determinar el impacto a escala domiciliar de

las fuentes de impacto local mencionadas anteriormente (fundamentalmente quema de cables y fundiciones de pequeña escala).

En el año 2003 el tetraetilo de plomo en las gasolinas fue eliminado, suprimiéndose esta fuente de exposición.

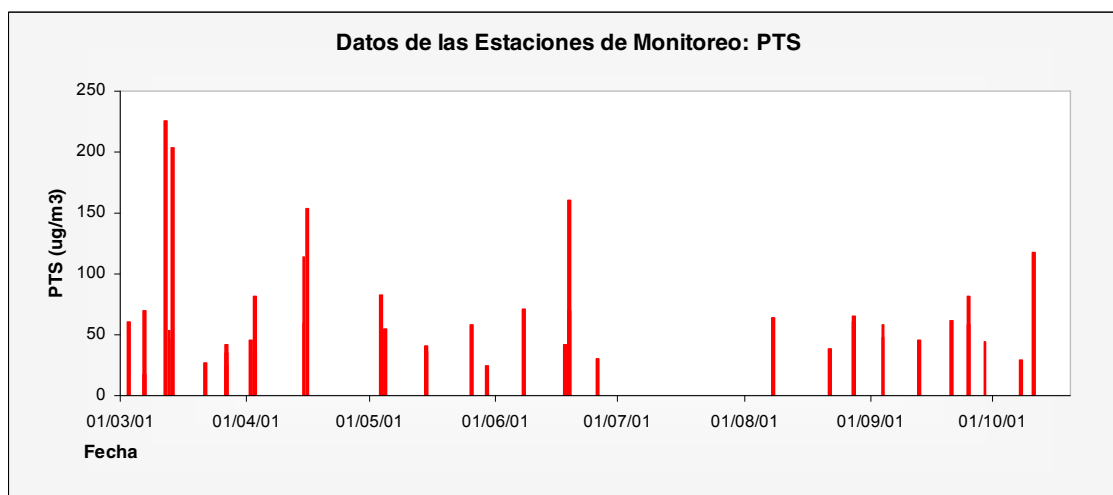


Mapa del barrio La Teja y zonas aledañas en Montevideo, con la ubicación de las estaciones de monitoreo atmosférico, tomando datos de plomo (Pb) y polvo total en suspensión (PTS) en aire, que operaron entre marzo y octubre del 2001.



Valores de plomo en aire para el período de monitoreo marzo-octubre, en todas las estaciones (N = 41). Valor de referencia: 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio trimestral).

Nota: los resultados inferiores al límite de cuantificación (entre 0,03 – 0,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, N=11) se tomaron en forma conservadora como iguales a dicho valor.



Valores de material particulado PTS en aire para el período de monitoreo marzo-octubre, en todas las estaciones (N = 41). Valor de referencia: 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (diario).

Nota: en la estación LT03 se obtuvieron valores de PTS anómalos (aunque inferiores a la referencia), posiblemente debido a que el período de monitoreo fue diurno de 8 horas, mientras que la norma de referencia establece monitoreo por período de 24 horas.

Notas

- (*) Comunicación personal con técnicos de DINAMA que realizaron dicha pesquisa.
- (**) La Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA), es el órgano regulador de los servicios de energía -incluyendo electricidad, gas y combustibles líquidos-, agua potable y saneamiento en Uruguay, creado por la Ley N° 17.598. Su objetivo es proteger los derechos de los consumidores, controlando el cumplimiento de las normas vigentes y asegurando que los servicios regulados tengan un adecuado nivel de calidad y seguridad, a un precio razonable.
www.ursea.gub.uy
- (***) Caso analizado en el subgrupo técnico responsable de la evaluación de fuentes de exposición intra-domiciliarias, integrado por profesionales de MSP, IMM y DINAMA.

Bibliografía

- (1) Administración de las Obras Sanitarias del Estado, 2006. Norma Interna de Calidad de Agua Potable. Diciembre, 2006.
- (2) CDC, 2007. Toxicological Profile for Lead.
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf>
- (3) CDC, 1991. Preventing lead poisoning in young children. A statement by the centers for disease control and prevention.
<http://www.cdc.gov/nceh/lead/publications/books/plpyc/contents.htm>
- (4) CEPIS. 2000. Manual de Monitoreo Atmosférico.
- (5) DINAMA, 2006. Guía para la Identificación y Evaluación Preliminar de Sitios Potencialmente Contaminados. 2da Edición.
- (6) Federal Register - 40 CFR Part 372, 2001. Lead and Lead Compounds; Lowering of Reporting Thresholds; Community Right to-Know Toxic Chemical Release Reporting; Final Rule.
- (7) Federal Register - 40 CFR Part 745, 2001. Lead; Identification of Dangerous Levels of Lead; Final Rule.
- (8) Intendencia Municipal de Montevideo, 2001. Informe Ambiental XXI.
- (9) Intendencia Municipal de Montevideo, 2002. Segundo Informe Ambiental XXI.

- (10) Intendencia Municipal de Montevideo, 2003. Tercer Informe Ambiental XXI.
- (11) International Programme on Chemical Safety, 1989. Environmental Health Criteria No 85. Lead: Environmental aspects.
- (12) Ministerio de Salud Pública, 1994. Reglamento Bromatológico Nacional. Decreto 315/94, 2ª. Edición, 5 de julio de 1994.
- (13) Organización Mundial de la Salud, 2006. Guías para la calidad del agua potable. Primer Apéndice a la Tercera Edición.
- (14) U.S.EPA, 1998. Risk Analysis to support Standards for Lead in Paint, Dust, and Soil. EPA 747-R-97-006.
- (15) U.S.EPA, 1998. Lead In Your Home: A Parents Reference Guide. EPA 747-B-98-002.
- (16) U.S.EPA, 2000. Risk Analysis to support Standards for Lead in Paint, Dust, and Soil: Supplemental Report. EPA 747-R-00-004.

Capítulo VII

Plomo en el Ambiente Extradomiciliario

M.Sc. Quím. Feola, Lic. Geól. González

1. Introducción

Los metales pesados, entre ellos el plomo, se encuentran naturalmente en diversas concentraciones en rocas y suelo. Como consecuencia de sus usos urbanos e industriales, han aumentado sus concentraciones en el ambiente, donde se acumulan y permanecen, dadas sus características de persistencia.

El plomo es un metal pesado que ha sido y sigue siendo utilizado en una variedad de aplicaciones. Entre las múltiples aplicaciones que presenta, se encuentran la fabricación de baterías, las coberturas de protección de cables de conducción eléctrica y telefónica, la fabricación de cañerías de conducción de agua potable y sifones sanitarios. Estas actividades involucran la fundición industrial del metal, pero también existe una fundición informal o en pequeña escala del mismo, como por ejemplo en el moldeado de lingotes a partir de la chatarra de plomo, la elaboración de plomadas (para la pesca) o artículos artesanales. Se emplean compuestos inorgánicos de plomo como pigmentos en la fabricación de pinturas y algunos compuestos orgánicos de plomo se utilizan como aditivos secantes en las mismas. Los alquiles de plomo se han usado con el fin de aumentar el octanaje de gasolinas para motores de automóviles.

Como resultado de los procesos de distribución de los contaminantes en el ambiente, el plomo puede alcanzar diferentes compartimientos del ambiente, y por diferentes mecanismos llegan a seres humanos, animales y plantas.

La exposición ambiental a este contaminante puede producirse a través del aire (material particulado), del contacto directo con suelos contaminados, de la ingesta de agua subterránea o superficial contaminadas, suelo, o vegetales cultivados o animales criados en áreas contaminadas.

Es importante considerar que una matriz ambiental, por ejemplo, el suelo, se encuentra directamente relacionado con otro (agua superficial y subterránea, aire), y en consecuencia las variaciones que se produzcan en uno, pueden alterar las condiciones de los otros medios. Por tanto, el enfoque al realizar una evaluación ambiental de sitio no debe acotarse a un solo aspecto, sino que debe comprender las posibles interrelaciones.

En este Capítulo se desarrollan las principales fuentes de exposición ambiental, el monitoreo ambiental, enfocado en los estudios de suelo, y se presentan estudios de caso de Montevideo.

1.1. Fuentes Fijas

A nivel industrial (caso de metalúrgicas, fundiciones, fabricación y reciclaje de baterías), se pueden mencionar varios factores de presión que originan contaminación por plomo:

- Actividad industrial en condiciones inadecuadas.
- Emisiones gaseosas y líquidas sin control o tratamiento adecuado.
- Manejo y disposición final inadecuada de los residuos generados.
- Pasivos ambientales.
- Falta de concientización en higiene laboral y en gestión de residuos.
- Deficientes medidas de seguridad laboral.

Los aspectos socioeconómicos desfavorables dan lugar a una serie de condiciones que favorecen la contaminación ambiental por metales y sus consecuencias en la salud humana. Entre estas condiciones se destacan:

- Desarrollo de actividades laborales informales como quema de cables para obtener cobre, recuperación de baterías y chatarra, los cuales son una importante fuente de exposición a metales como el plomo.
- Asentamientos irregulares generados en zonas muchas veces inundables, correspondientes a bañados o con desniveles de terreno importantes, por lo que se han utilizado diferentes tipos de rellenos para su nivelación. Estos rellenos no siempre son adecuados a tales efectos, constatándose casos de contaminación por plomo por la utilización de relleno de escorias de fundición.

- Las viviendas precarias (con piso de tierra), la falta de saneamiento y de agua potable, sumado a una inadecuada alimentación que presentan los niños que allí viven y la dificultad para acceder a una educación en salud ambiental acorde a estas condiciones, generan una población vulnerable frente a contaminantes como el plomo.

1.2. Fuentes Móviles

Una importante fuente de emisión es el uso de naftas con tetraetilo de plomo, que expone a la población a este contaminante como resultado del tránsito vehicular. Los niveles de exposición dependen del tránsito y de las condiciones climatológicas de cada área geográfica.

En el caso de Uruguay, se prohibió el uso de plomo orgánico como antidetonante en el mes de diciembre de 2003, pasándose a producir exclusivamente naftas sin plomo.

2. Plomo en Suelo

El suelo es la capa superior de la corteza terrestre, constituido por una mezcla variable de partículas minerales, materia orgánica, aire y una disolución acuosa. Es generada a través de la transformación del material madre mineral por procesos físicos, químicos y biológicos, conformándose por la acción combinada del material de la roca madre, el clima, los factores bióticos, la topografía y el tiempo. En la Fig. 1 se muestra la evolución de un suelo a partir de la roca madre por los procesos de intemperismo.

En el suelo se desarrolla la vida de microorganismos, partes subsuperficiales de los vegetales y fauna subterránea.

A nivel urbano, el suelo se encuentra en alta proporción cubierto por construcciones y materiales más o menos impermeables, lo que limita su papel como organismo complejo que integra minerales y vida. Su principal función es de soporte de las construcciones, restringiéndose como fuente de vida a las áreas verdes, plazas, plazuelas, veredas arboladas, parques, jardines y pequeños huertos urbanos y áreas baldías no pavimentadas.

A nivel rural, el suelo es la base de las principales actividades económicas. Las características de los suelos determinan su capacidad de soporte para distintos usos, condicionando los niveles de productividad y su susceptibilidad a erosionarse y degradarse.

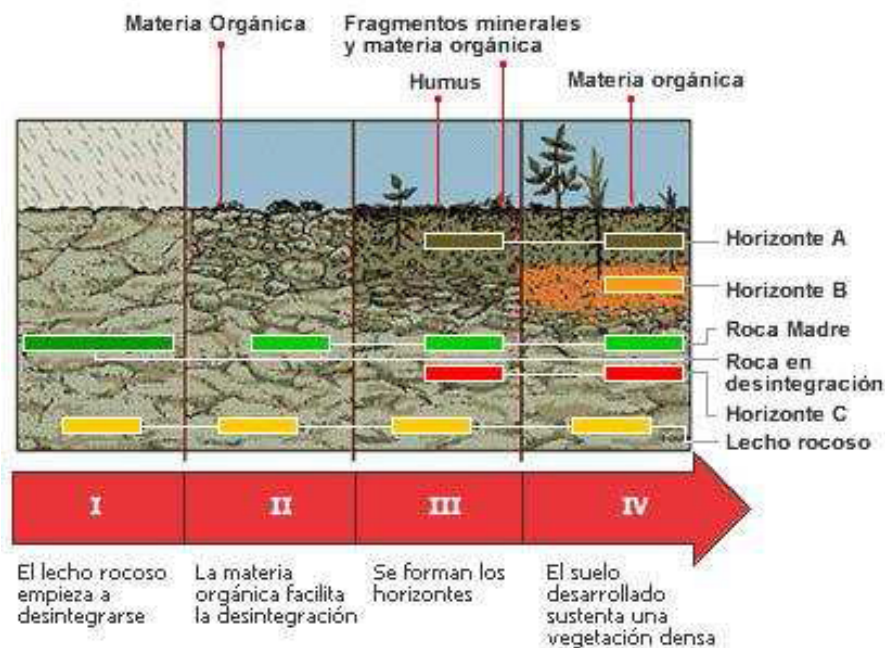


Fig. 1: Evolución de suelos.

Fuente: Corporación Nacional Forestal (CONAF) de Chile, "El perfil del suelo: la evolución de un suelo y sus horizontes".

El subsuelo es la capa mineral que se ubica por debajo del suelo. Constituye el material madre de los suelos, incidiendo fuertemente en sus características. La importancia del subsuelo radica además en que junto con el suelo es la base de sustento de las construcciones, como edificios o caminos, y por lo tanto sus características condicionan las posibilidades y tecnologías constructivas. También el subsuelo es fuente de materiales para distintos usos. Finalmente, el subsuelo mantiene las reservas de agua subsuperficial, relevante para el riego agropecuario, para consumo humano en zonas rurales, y para uso industrial.

La calidad del suelo está dada por un conjunto de condiciones de equilibrio. Los metales pesados, entre ellos el plomo, se encuentran naturalmente en diversas concentraciones en rocas y suelo. La alteración del equilibrio por la presencia de contaminantes, puede alterar negativamente las

características químicas, físicas y/o biológicas, representando un riesgo para la salud y el ambiente.

Como consecuencia de los usos urbanos e industriales del plomo, han aumentado las concentraciones de contaminantes como los metales pesados en el ambiente, donde se acumulan y permanecen, dadas sus características de persistencia.

La contaminación de suelos por metales, en particular el plomo, puede ser generado por la actividad de industrias, comercios, servicios y la población en general. Los suelos pueden contaminarse con metales por contacto directo con sustancias y/o residuos de plantas industriales o de actividades informales sin controles de procesos, lixiviados, depósito de lodos, derrames de efluentes, sedimentación de emisiones atmosféricas y accidentes.

Esta contaminación tiene diferentes impactos en el medio, principalmente por sus efectos en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, que transportan el contaminante, por intoxicaciones originadas en contacto directo con suelos contaminados, y por la posibilidad de que plantas y animales absorban los contaminantes, lo que implica su transporte a lo largo de la cadena alimentaria.

Un **sitio contaminado** se define como un predio, terreno e instalaciones, donde existe contaminación causada por sustancias y/o residuos depositados, acumulados, almacenados, enterrados o infiltrados en forma planificada o accidental, que presenten un riesgo significativo para la salud y el ambiente. En cambio, se identifica un sitio como **potencialmente contaminado** cuando se desarrollan o desarrollaron actividades donde se usan, almacenan, generan o disponen sustancias tóxicas persistentes.

La extensión de la contaminación depende de las características físicas y químicas del suelo, así como de la concentración y propiedades de la sustancia contaminante, la profundidad del agua subterránea o la proximidad a ambientes sensibles.

El plomo presenta una gran tendencia a ser retenido por los componentes habituales del suelo como arcillas, también como óxidos, hidróxidos, carbonatos y sulfatos formando complejos con la materia orgánica del suelo.

Las muestras de suelo de predios industriales y sus inmediaciones oscilan en los niveles de plomo hallados, desde apenas detectable por los equipos de análisis, hasta muestras que superan los cientos de gramos de plomo por kilo de suelo.

Estas diferencias denotan variadas condiciones de trabajo de las industrias (emisiones al ambiente, inadecuada gestión de los residuos generados), distancia de la industria respecto al lugar de extracción de la muestra (generalmente al aumentar la distancia disminuyen los niveles), período de funcionamiento de la industria (tiempo que lleva funcionando en determinadas condiciones), etc.

Es de destacar que la existencia de terrenos contaminados con residuos de fundición como pasivos ambientales es una de las causas más importantes de contaminación en suelos en Uruguay, junto con la incidencia de actividades informales contaminantes.

2.1. Tipo de suelo de Montevideo

Montevideo cuenta con un área de 530 km², y 1.344.800 habitantes de un total de 3.163.700 habitantes en el país (datos del Instituto Nacional de Estadísticas, 2006).

Aproximadamente el 40% del suelo está ocupado por la zona urbana, con una red vial densa. El 60% restante corresponde a uso rural, con cultivos hortícolas y frutícolas, y con una red vial menos densa. Dentro de la zona rural se incluye el bañado de Carrasco y el humedal del río Santa Lucía.

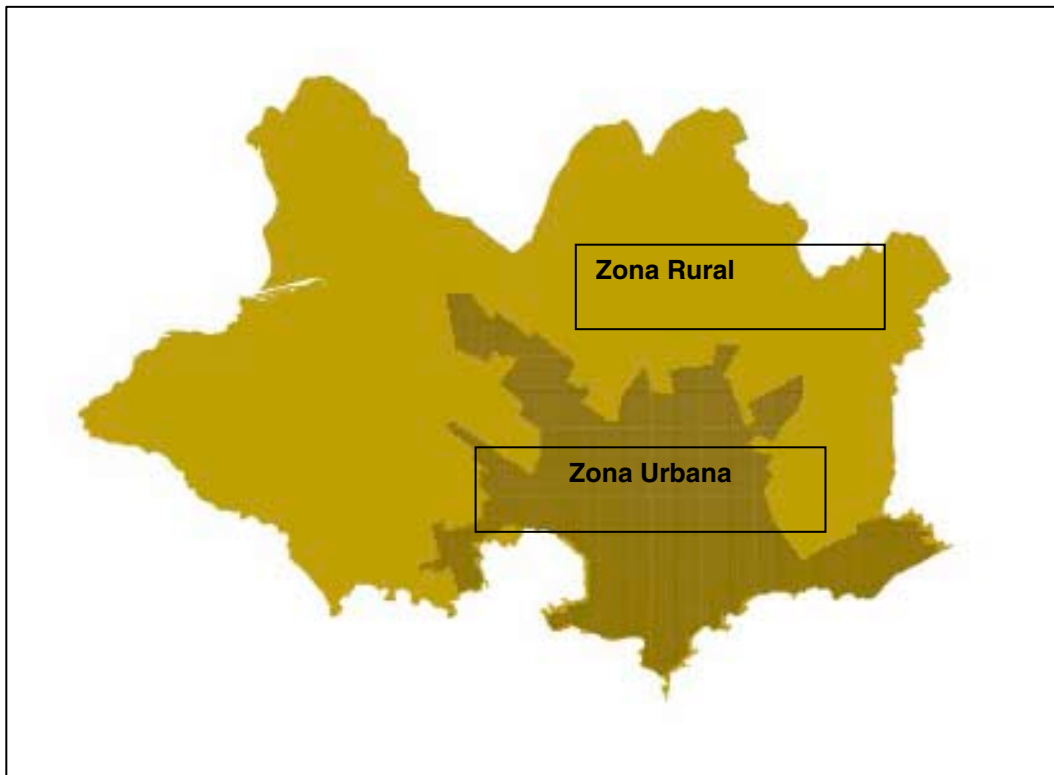


Fig. 2: Distribución de zonas urbana y rural en Montevideo.

Los sedimentos ocupan una extensión muy importante de Montevideo, entre las que se destaca la Formación Libertad entre todas, por su expresión areal (ocupa un 60% en extensión superficial de Montevideo). Por sus características de sedimentos finos a muy finos de tipo limos y arcillas, y mineralogía, es un excelente material madre para la formación de suelos negros algo profundos, con un potencial para la producción agropecuaria importante.

Por su contenido de material arcilloso y actividad biológica, este suelo retiene los metales pesados en forma de óxidos, hidróxidos, carbonatos, entre otras, al complejarse con la materia orgánica del suelo.

Se muestra, en la carta geológica siguiente (Fig. 3), la distribución areal de las formaciones con la estratigrafía.

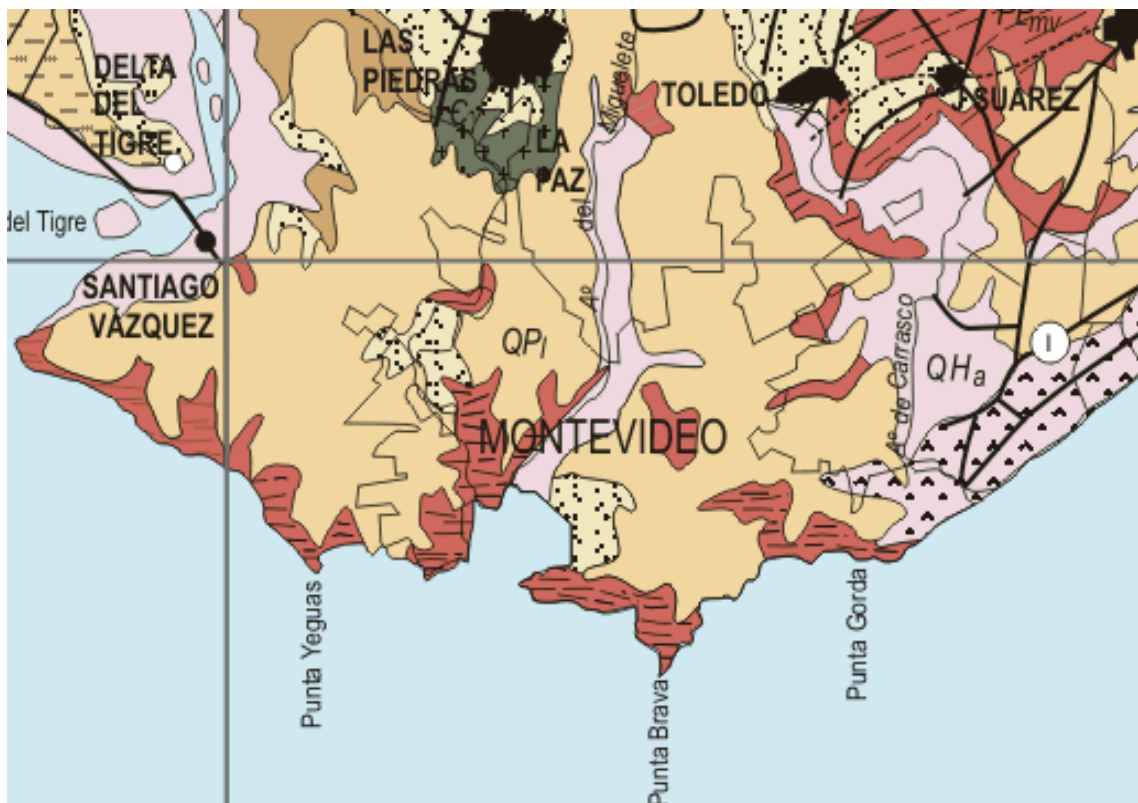


Fig. 3: Carta Geológica de Montevideo.

Fuente: BOSSI, Jorge con otros. GEOCARTE- Carta geológica del Uruguay.

Esc 1:500.000 (GeoEditores, 2001)

	Dunas y aluviones		Fm. Fray Bentos
	Fm. Libertad		Granitos Post-colisionales
	Fm. Barra del Chuy		TPA (Terreno Piedra Alta)
	Fm. Raigón		Fajas Graníticas y Anfibolíticas

2.2. Marco Normativo

Se presentan a continuación una serie de normativas ambientales de aplicación a nivel nacional y departamental, en gran parte surgida como respuesta ante la situación de contaminación por plomo.

Ley 16.466 (enero 1994), "Ley de Impacto Ambiental"

En su Artículo 1º declara de interés general y nacional la protección del medio ambiente contra cualquier tipo de depredación, destrucción o contaminación, así como la prevención del impacto ambiental negativo o nocivo y en su caso la recomposición del ambiente dañado.

Ley 17.283 (diciembre 2000), "Ley general de protección del Ambiente"

De conformidad con el Art. 47 de la Constitución de la República, declara de interés general la protección del ambiente, de la calidad del aire, del agua, del suelo y del paisaje, así como la conservación de la diversidad biológica. Establece la protección del ambiente contra toda afectación que pudiera derivarse del manejo y disposición final de los residuos cualquiera sea su tipo, encomendando al Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) dictar las providencias y aplicar las medidas para regular la generación, recolección, transporte, almacenamiento, comercialización, tratamiento, y disposición final de los residuos.

Ley 17.774 (año 2004), "Prevención y control de la exposición al plomo a nivel ocupacional"

En mayo de 2004, se aprueba la ley N° 17.774 conteniendo normas para la prevención y control de la exposición al plomo a nivel ocupacional, disponiendo la obligatoriedad de la realización de controles periódicos de extracción de sangre para la dosificación de plomo a los trabajadores con relación de riesgo por plomo. Se adoptan precauciones para el proceso productivo, de reciclaje o almacenamiento que utilice plomo o materiales que lo contengan, y origine residuos (efluentes líquidos, residuos sólidos). En ningún caso, los residuos contaminantes (escorias) podrán ser utilizados para relleno de terrenos, construcciones y otros fines que pongan en riesgo la calidad ambiental o la salud.

Ley 17.775 (año 2004), "Control de la contaminación por plomo: Declaración de interés general"

Por ley (publicada en mayo de 2004) se declara de interés general la regulación que permita el control, de una forma integral, de la contaminación por plomo y se dictan normas para hacer efectivo el mismo.

Decreto 373/003 (año 2003), "Reglamento de baterías plomo-ácido usadas"

El 10 de setiembre de 2003, por Decreto, el Poder Ejecutivo aprobó el reglamento de baterías de plomo-ácido usadas o a ser desechadas, como bienes de uso generalizado o de consumo masivo. De esta forma se intenta responder a las consecuencias ambientales y sobre la salud humana que provoca el inadecuado manejo del plomo, abarcando las baterías y acumuladores eléctricos generalmente utilizados en vehículos de transporte, maquinaria y equipos eléctricos, incluidos sus componentes, siempre que contengan plomo y ácido.

A través de este decreto se busca implantar un sistema de retornabilidad de la batería usada, priorizando el tratamiento y valorización de las mismas frente a su disposición final.

Decreto 212/ 2006, "Sobre cables de redes públicas".

En julio de 2006 se prohíbe en todo el territorio nacional la tenencia, comercialización y transporte de cables integrantes de las redes públicas de Telecomunicaciones de ANTEL y sus chatarras.

Resolución IMM Nº 1571/ 2001, "Sobre tuberías de distribución de agua potable".

La Intendencia Municipal de Montevideo dispone la obligatoriedad del uso de tuberías, soldaduras o fundentes sin plomo en la instalación o reparación de cualquier sistema de distribución de agua potable tanto domiciliario como publico.

2.3. Niveles Guía o de Referencia

A los efectos de evaluar los niveles determinados de plomo en el suelo, se requiere emplear valores de referencia. Muchos países disponen de una regularización en materia ambiental referida a contaminantes químicos en el suelo. Sin embargo, cabe aclarar que los niveles máximos recomendados varían de país en país.

Las concentraciones de contaminantes en suelos generalmente son reguladas en base a concentraciones totales de los mismos. Este sistema provee un conveniente marco regulatorio para establecer niveles aceptables de contaminantes metálicos, si bien la comunidad científica reconoce que estas concentraciones totales no predicen la biodisponibilidad¹ o reactividad química de un determinado contaminante en suelo.

Los límites máximos son más exigentes para suelos de uso agrícola que para uso residencial y recreativo y menos exigentes para suelos de uso industrial.

En el caso de Uruguay, al no disponer de una normativa nacional que regule la contaminación en suelo, se toman como valores guía los indicados por reconocidos organismos internacionales como el *Canadian Councils of Ministers of the Environment* (CCME) de Canadá (guía correspondiente a 1999), y el *Environmental Protection Agency* (EPA) de Estados Unidos de América (guía del año 2001), mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1: Valores de Referencia para suelos de uso residencial

	Plomo (mg/kg)	
	Uso residencial	Uso industrial
Niveles guía de <i>Canadian Councils of Ministers of the Environment</i> (CCME), Canadá (1999).	140	600
Niveles guía de <i>Environmental Protection Agency</i> (EPA), Estados Unidos de América (2001).	400	1200

¹ De manera general, se define la biodisponibilidad de contaminantes en suelos como la fracción o porcentaje de la concentración total que está disponible para ser absorbida por cualquier organismo vivo.

2.4. Metodología de Muestreo

Para la toma de muestras de suelo se debe tener presente el objetivo del muestreo, el tipo y uso del objeto a muestrear, como viviendas, predios con pasivos ambientales, asentamientos, espacios públicos, etc.

Para la evaluación de un sitio (por ejemplo, predio y/o asentamiento seleccionado, en el marco de un programa regular de monitoreo o en respuesta a denuncias ambientales), en forma previa al muestreo, se establece el área de trabajo y se determinan las unidades de muestreo, considerándose los siguientes aspectos:

- características topográficas del terreno y tipo de suelo,
- información histórica del sitio,
- constatación de actividades contaminantes como quema de cables, manejo de residuos y vertidos industriales, reciclado de metales, etc.

Es altamente recomendable que los muestreos se efectúen coordinadamente con integrantes de comisiones vecinales y otros actores sociales con incidencia en el sitio, quienes al conocer los antecedentes y sus características, participan activamente facilitando la tarea de los técnicos responsables del muestreo, a la vez que posibilita una mejor interpretación de los resultados obtenidos y favorece la aplicación de medidas en caso necesario.

Una vez establecidas las unidades de muestreo se extraen muestras puntuales o compuestas de suelo superficial, representativas del área de estudio. Si la situación lo amerita, deberá también considerarse muestras subsuperficiales y a profundidad.

Las muestras, por consiguiente, serán de tipo:

1. muestras superficiales: por debajo del manto vegetal hasta 5 cm de profundidad.
2. muestras subsuperficiales: se extraen con herramienta de mano hasta una profundidad de 40-50 cm por debajo del manto vegetal.
3. muestras a profundidad: se extraen con herramienta de mano o maquinaria. Estas podrán ser perforadoras con saca testigos o retro excavadoras. El uso de maquinaria para la extracción de muestras se

recomienda para las situaciones en que el sitio a evaluar tiene un pasivo ambiental importante, como por ejemplo antiguas canteras rellenas o vertederos de residuos.

En cada caso las muestras podrán ser:

- *Puntuales*,
- *Compuestas*, que consisten en una combinación de submuestras de suelo, tomadas de forma tal que todas tengan la misma probabilidad de ser representativa del sector o nivel en estudio.

Las muestras extraídas se deben guardar adecuadamente en bolsas de polietileno (de primer uso), con un rótulo que la identifique inequívocamente y en una libreta de campo registrar por escrito la mayor cantidad de información del punto que se extrajo la misma, hasta su ingreso en el laboratorio para las determinaciones que correspondan.

Se debe tener especial cuidado en el manejo y limpieza de las herramientas para extraer muestras de suelo para evitar el cruzamiento de contaminación. Se deben lavar las herramientas cada vez que se extrae una muestra.

Otro aspecto a tener en cuenta en el muestreo es la adecuada georreferenciación del punto de donde se extrae la muestra, ya sea con un equipo GPS o considerando las distancias respecto a puntos fijos notables.

En la siguiente serie de imágenes (Fig. 4 a 6) se muestran las herramientas de mano y maquinaria empleadas para extraer muestras en sitios a evaluar, y un equipo GPS para la georreferenciación de puntos de muestreo.



Fig. 4 y 5: Muestreadores de mano



Fig. 6: Equipo GPS

Se presentan, a continuación, ejemplos de muestreos de suelos.

Muestreo superficial (Fig. 7): Extracción de muestras de suelo superficial, compuesta o puntual, en este ejemplo la extracción se hizo con una pala de mano.



Fig. 7.

Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental,
Intendencia Municipal de Montevideo.

Muestreo subsuperficial o a profundidad con herramienta de mano: En Fig. 8 se observa el uso de una herramienta de mano de tipo pala americana. La extracción de muestras puede ser entre 40-50 cm hasta 6 metros de profundidad, considerándose a determinadas profundidades distintas muestras o realizándose una composición de todo el perfil que se atraviesa.



Fig. 8. Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental, Intendencia Municipal de Montevideo.

Muestreo a profundidad con maquinaria (Fig. 9 a 11): La extracción de muestras de suelo se realiza con retroexcavadora o con perforadoras (con la que se puede llegar a profundidades importantes). Los objetivos del muestreo definen el tipo de máquina a emplear en cada caso.



Fig.9: Retroexcavadora. Fig. 10: Perforadora rotatoria. Fig. 11: Herramienta saca testigo

Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental, Intendencia Municipal de Montevideo.

2.5. Metodología Analítica

Una vez ingresadas las muestras al laboratorio se procede de la siguiente forma (siguiendo el "Protocolo de tratamiento de muestras de suelos para la determinación de metales" del Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental, Departamento de Desarrollo Ambiental, Intendencia Municipal de Montevideo):

- Submuestreo,
- Secado de submuestras por 24 horas en estufa,
- Desagregado de submuestras con mortero y posterior tamizado con malla de 2 mm.
- Extracción de metales según procedimiento EPA 3051 de digestión por microondas.
- Determinación por espectrofotometría de absorción atómica (EAA)
- atomización por llama según el Método 3111B del *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA AWWA WEF, 21^o Edición, 2005.

En el siguiente diagrama se indican los sucesivos pasos, desde el ingreso de la muestra al laboratorio hasta la obtención de los resultados de los análisis para la determinación de metales en suelo.



3. Evaluaciones de Plomo en Suelos de Montevideo

Se presentan a continuación estudios de suelos realizados por la Intendencia Municipal de Montevideo para la evaluación de la incidencia del tránsito vehicular y de casos de asentamientos irregulares ilustrando diferentes situaciones de suelos contaminados por Plomo.

3.1. Influencia del tránsito vehicular

El tránsito vehicular ha sido una fuente de emisión de plomo al ambiente en todo el territorio, ocasionado por la utilización de naftas con tetraetilo de plomo. En Uruguay se utilizó este antidenotante hasta principios del año 2004.

Para evaluar la incidencia del uso de plomo en las naftas en suelo, la Intendencia Municipal de Montevideo, a través del Laboratorio de Calidad Ambiental, realizó en el año 2002 un estudio de suelos superficiales, abarcando distintas zonas del Departamento de Montevideo (rurales, suburbanas y urbanas). Se extrajeron 99 muestras de suelo, presentándose los resultados obtenidos en la Tabla 2.

	Zona Urbana	Zona Suburbana	Zona Rural
Nº de muestras extraídas	65	19	15
% de muestras con nivel de plomo menor o igual a 140 mg/kg	78,5	100	100
% de muestras con nivel de plomo entre 140 y 400 mg/kg	21,5	0	0
% de muestras con nivel de plomo mayor a 400 mg/kg	0	0	0
Promedio de los niveles de plomo en suelo (mg/kg)	105	34	28

Tabla 2. Influencia del tránsito en los niveles de plomo en suelo. Fuente: Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental, Departamento de Desarrollo Ambiental, Intendencia Municipal de Montevideo.

Nota: En el caso de los niveles de plomo que resultaron por debajo del límite de detección del equipo de análisis (espectroscopía de absorción atómica con atomización por llama), a los efectos de los cálculos, se tomó el valor correspondiente al nivel de detección (20 mg/kg).

En la Figura 12 se muestra la ubicación de los puntos evaluados y los correspondientes rangos de concentración de plomo.

Como puede observarse en la Tabla 2, no se encontraron niveles de plomo superiores al nivel de referencia de Estados Unidos (400 mg/kg) en las muestras analizadas. Un 21.5 % del total de muestras evaluadas se encuentra entre dicho nivel de referencia y el nivel canadiense (140 mg/kg). Este porcentaje corresponde a muestras extraídas en zonas

urbanas, con una gran influencia del tránsito vehicular. El promedio de los valores determinados varía según las zonas, siendo notoriamente mayor en zonas urbanas respecto a las zonas rurales y suburbanas.

Obsérvese la distribución de muestras de suelo de las distintas zonas según niveles de plomo en la Fig. 13.



Fig. 12: Ubicación de los puntos de muestreo y su nivel de contenido de plomo según los rangos. Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental, Intendencia Municipal de Montevideo.

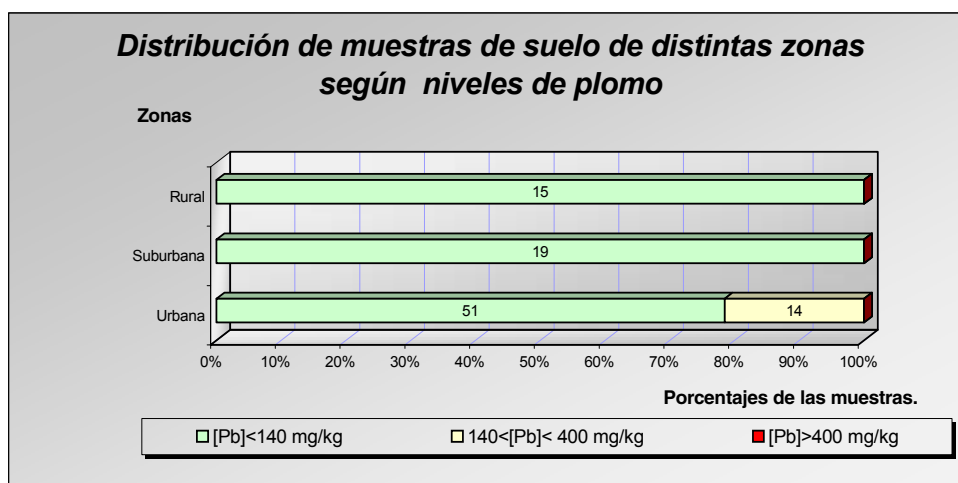


Fig. 13. Distribución de muestras de suelo en diferentes zonas de Montevideo según rangos de concentración de Plomo. Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental, Intendencia Municipal de Montevideo.

3.2. Monitoreo de Asentamientos Irregulares

Se entiende por **asentamientos** todo agrupamiento humano ubicado en terrenos que han sido, en muchos casos, ocupados irregularmente por familias en situación de emergencia social o situación de pobreza. Corresponden a espacios sin un uso definido de suelo, con problemas de acceso a servicios públicos y construcciones de carácter precario. Generalmente los predios están ubicados en zonas bajas, muchas veces inundables, lo que ha dado lugar a que los ocupantes de los asentamientos los rellenen utilizando escorias de fundición y otros residuos industriales. A su vez, es importante tener en cuenta la realización de trabajos informales como importante fuente de contaminación por plomo, tales como quema de cables, recuperación de baterías y chatarra, y fundiciones clandestinas.



En la Fig. 14 se muestra la distribución de asentamientos irregulares en Montevideo. Según información del Instituto Nacional de Estadística (INE) y del Programa de Integración de Asentamientos Irregulares (PIAI) del año 2006, se registran 412 asentamientos en el departamento de Montevideo con una población total estimada de 144.707 personas.

Datos 2006 (INE- PIAI):	
Nº asentam.	412
Nº habitantes	147.707 (37.722 flías)
% de la población	11%
Superficie asentam.	1.163,5 há
% del área urbana	6%

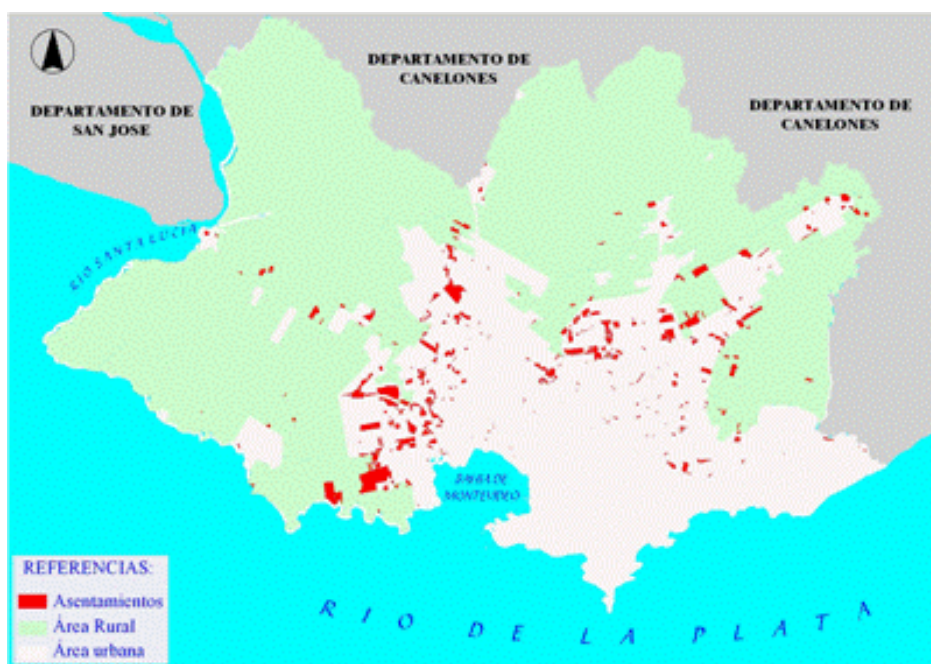
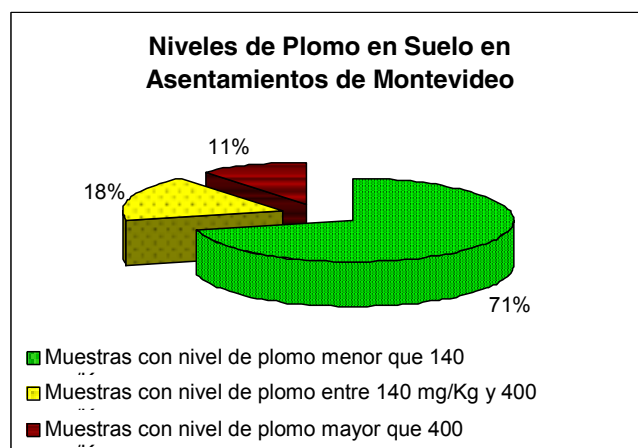


Fig. 14: Distribución de asentamientos irregulares en Montevideo.

Para la evaluación de Plomo en suelo de asentamientos, se extraen muestras fuera de los predios de las viviendas, ya sea en pasajes vecinales o espacios comunes, de forma de evaluar la posible existencia de rellenos conteniendo metales y/o por la realización de actividades contaminantes.

A continuación se presentan los resultados generales obtenidos de la evaluación ambiental de asentamientos realizada entre los años 2001 y 2008 por el Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA) de la Intendencia Municipal de Montevideo. La información se presenta según rangos de concentración definidos por los niveles de referencia internacional utilizados (Fig. 15).



Asentamientos evaluados por el L.C.A. – I.M.M. (años 2001 - 2008)		
Nº de asentamientos relevados	144	---
Nº de muestras analizadas	1015	100%
Nº muestras con nivel de plomo menor igual a 140 mg/kg	724	71%
Nº muestras con nivel de plomo entre 140 y 400 mg/kg	182	18%
Nº muestras con nivel de plomo mayor a 400 mg/kg	109	11%
Asentamientos con al menos 1 muestra de plomo mayor a 400 mg/kg	45	31%

Fig. 15. Evaluación de Plomo en suelos de asentamientos de Montevideo.

Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental (Intendencia Municipal de Montevideo)

Estudios de Caso

En la situación planteada en el barrio La Teja y zonas aledañas de Montevideo, se comprobó que no predominaba una sola fuente, sino que era el resultado de la suma de diversas fuentes.

A continuación, se presentan cinco estudios de caso que ejemplifican la incidencia de diferentes fuentes ambientales de exposición al Plomo.

Caso 1: Asentamiento Inlasa (Barrio La Teja, Zonal 14)

Este asentamiento se desarrolló dentro de las instalaciones abandonadas de una fundición de hierro y acero. En el lugar vivían 65 familias con 90 niños menores de 14 años.



Fig. 16-17:
Asentamiento Inlasa

La antigua fundición contaba con instalaciones obsoletas y precarias, en donde se fundía a partir de chatarra sin control de emisiones a la atmósfera. En torno al horno existía suelo expuesto como piso, de forma de evitar las salpicaduras del metal fundido sobre superficies duras.

Se encontraron dentro del predio tierras de moldeo y escorias de fundición. Un sector del predio, sobre una de las márgenes del Aº Miguelete, era bajo e inundable, por lo que fue rellenado en parte, en forma irregular, con los residuos generados por esta fundición.

En el año 2001 se realizó una evaluación de los suelos del asentamiento. El nivel máximo de Plomo detectado en suelo fue de 4.200 mg/kg, siendo el promedio de 1.888 mg/kg. (Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental, IMM).

Al mismo tiempo, la población de 90 niños fue evaluada resultando que el 82% de plumbemias fue mayor de 10 µg/dL, con un máximo de 39,5 µg/dL y el promedio de 15 µg/dL. (Fuente: Ministerio de Salud Pública).

Los habitantes del asentamiento fueron realojados en viviendas nuevas construidas con ese fin. En el año 2005, la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM) demolió las instalaciones en pie de la antigua fundición. El predio se encuentra comprendido en las obras correspondientes al Parque Lineal del Arroyo Miguelete.

Caso 2: Asentamiento Rodolfo Rincón (Barrio La Teja, Zonal 14)

En el asentamiento, en el año 2001, vivían 80 familias en las que el 42% eran niños menores de 14 años de edad, en viviendas muy precarias, sin saneamiento y sólo algunas con canillas de agua potable. El predio tenía un área de unos 5000 m², con desniveles muy importantes, encontrándose que fue rellenando de escorias de fundición, disponibles en la zona. De acuerdo a relevamientos aerofotogramétricos, esta área fue rellenada en el período 1969-1980.

El nivel máximo de plomo en suelo superficial detectado fue 2.800 mg/kg y con un promedio de 673 mg/kg. A un metro de profundidad se encontró una concentración máxima de 6000 mg/kg. (Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental, IMM).

La población evaluada fue de 73 niños y se comprobó que el 85% de plumbemias fue mayor a 10 µg/dL y el 33% mayores a 20 µg/dL, con un máximo de 44 µg/dL y un promedio de 18 µg/dL. (Fuente: MSP).

En consecuencia, se procedió al realojo a los ocupantes precarios del asentamiento a viviendas nuevas construidas en la zona. Una vez finalizado el realojo, se inició la demolición de viviendas precarias, la limpieza con nivelación del terreno desocupado, comenzando las tareas de remediación "in situ" con fosfato de calcio (apatita natural), del lugar en setiembre del año 2004 (Sección 4 de este Capítulo). Los trabajos de remediación culminaron en abril de 2005, destinándose el espacio a un área verde de recreación. En el predio, se mantuvieron los ejemplares de álamo plateado existentes por ser bioacumuladores de metales, en especial plomo.



Fig. 18: Predio R. Rincón, posterior a la demolición y previo a trabajo de remediación. Fuente: IMM.

Caso 3: Asentamiento 25 de Agosto (Zonal 13)

A raíz de la existencia de niños con plumbemia y por denuncias de enterramiento de residuos industriales (baterías plomo-ácidas) en el lugar, se realizaron cateos en varios puntos del predio para verificar la existencia de estos residuos (año 2001-2003).

En el asentamiento vivía un número importante de familias con 418 niños menores de 14 años, en viviendas muy precarias, con jefes de familia en su

mayoría desocupados, por lo que desarrollaban actividades informales como recuperación de baterías y obtención del plomo para hacer lingotes, reciclado de metales, etc.

De las evaluaciones de suelos realizada, se detectó un nivel máximo de plomo en suelo superficial de 1.800 mg/kg, con un promedio de 912 mg/kg. (Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental, IMM).

El 50% de la población evaluada (418 niños) resultó con plumbemias superiores a 10 µg/dL, con un máximo de 44,5 µg/dL y un promedio de 12 µg/dL. (Fuente: MSP).

En agosto del año 2005, los habitantes del lugar fueron realojados, realizándose trabajos de demolición y limpieza del predio. Posteriormente, el Laboratorio de Calidad Ambiental de la IMM, realizó una nueva evaluación de suelo superficial y una caracterización de rellenos del sitio. A partir de dichas evaluaciones se recomendó la realización de una remediación "in situ", con fosfato de calcio, de los suelos en los sectores contaminados, acompañado con la colocación de variedades de plantas y árboles bio-acumuladoras.



Fig. 19. Residuos de carcasas de baterías Pb-ácido.

Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental (IMM).

Los trabajos de recuperación de esta zona junto al arroyo Miguelete fueron culminados, dando lugar a la inauguración de un parque público, en octubre del 2008, denominado Parque de Andalucía, sobre la margen derecha del arroyo, en el tramo correspondiente al espacio libre luego del realojo del Asentamiento 25 de agosto. En este predio, de cinco hectáreas, se construyeron nuevos caminos, iluminación, ciclovías, bancos y canteros con

plantas. También se instalaron juegos para niños y una cancha cerrada de bochas con vestuarios. La obra contó con el apoyo de la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Andalucía (España).

Caso 4: Asentamiento Boix-Merino (Barrio Malvín Norte, Zonal 6)

En coordinación con el Plan de Integración de Asentamientos Irregulares (PIAI) para la regularización de este asentamiento, se realizaron evaluaciones de suelos entre los años 2001 y 2002 por parte de la Intendencia Municipal de Montevideo. El asentamiento se desarrolló sobre una antigua cantera de piedra utilizada entre los años 1955 a 1964 como vertedero de residuos.

En el momento de la evaluación, se constató que el asentamiento era de características muy precarias con viviendas construidas con chapas, madera y cartón, sin saneamiento ni agua potable en las viviendas. Vivían en el lugar 270 familias aproximadamente, con un 25 % dedicadas a la recolección y clasificación de residuos de variado origen, constatándose además criaderos de cerdos y aves. Se comprobó la existencia de actividades de recuperación de baterías plomo – ácido y quema de cables para la recuperación del cobre.

En setiembre de 2005 se realizó una evaluación complementaria de suelos y caracterización de rellenos. Estas tareas se realizaron en coordinación entre el PIAI, la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) y la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM) en el marco de los procesos de regularización de asentamientos que realiza el PIAI.

De las evaluaciones realizadas, se detectó un nivel máximo de Plomo en suelo de 3300 mg/kg, con un promedio de 885 mg/kg. (Fuentes: IMM y DINAMA).

De la población evaluada de 61 niños menores de 14 años, el 15 % de plumbemias fue mayor a 10 µg/dL, con un máximo de 22.4 µg/dL y un promedio de 5.4 µg/dL. (Fuente: MSP).





Fig. 20: Sector del asentamiento donde se realizaba quema de cables para obtener el cobre.

Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental (IMM).

En la actualidad, se están desarrollando las obras de regularización del asentamiento en áreas que no incluyen la cantera.

Caso 5: Asentamiento Isla de Gaspar (Barrio Malvín Norte, Zonal 6)

Isla de Gaspar es un asentamiento de características muy precarias, constituido por aproximadamente 225 familias, de las cuales 70 se dedican a la clasificación de basura y ubicado a unos 100 metros aproximadamente del asentamiento Boix y Merino. Las viviendas son, en su mayoría, precarias construidas con chapas y las menos de materiales tradicionales. Se constató la existencia de criaderos de cerdos, residuos esparcidos en el suelo, la realización de quema de cables para recuperación de cobre, y la presencia de depósitos de metales.



Fig. 21: Imagen aérea del asentamiento Isla de Gaspar.

El predio donde se encuentra el asentamiento, que ocupa una superficie total de 7 Ha, correspondió a un sector de las antiguas "Canteras de los

Presos”, las cuales fueron usadas como vertedero de residuos de variado origen y abandonadas a mediados de 1960.

En el período comprendido entre marzo y diciembre de 2006 se realizó una evaluación de suelos y caracterización de rellenos. Estas tareas se realizaron en coordinación entre el PIAI, la DINAMA y la IMM dentro de los procesos de regularización de asentamientos del PIAI.

Para realizar el muestreo se establecieron 73 sectores de muestreo en base al área de estudio, extrayéndose 3 alícuotas de cada sector. Las mismas, en laboratorio, se mezclaron y se subdividieron posteriormente, de forma representativa, a efectos del análisis.

Para este sitio, se calculó un nivel de riesgo de plomo en suelo de 230 mg/Kg, siguiendo las recomendaciones de la EPA (*Environmental Protection Agency*, Estados Unidos de América).

En la Fig. 22 se presenta el plano con los niveles de plomo en suelo superficial detectados en el sitio.

Se extrajeron muestras a profundidad de 18 cateos que se realizaron con una máquina perforadora con herramienta para sacar testigos, pudiéndose tipificar rellenos y extraer muestras para evaluar los niveles de contaminación. De los testigos obtenidos se consideraron tramos de 1m de largo, para extraer una muestra compuesta del tramo y realizar los análisis correspondientes para la determinación del contenido de plomo entre otros.



Fig. 22: Plano del sitio con los niveles hallados de plomo en suelo superficial.
Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental (IMM) y Dirección Nacional de Medio Ambiente (MVOTMA).

En la Fig. 23 se muestra el plano con los puntos donde se realizaron perforaciones y la ubicación de las antiguas canteras de piedra.



Fig. 23: Plano con la ubicación de las antiguas canteras de piedra, y puntos de localización de las perforaciones para la extracción de muestras de suelo en profundidad.

Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental (IMM) y Dirección Nacional de Medio Ambiente (MVOTMA).

En las siguientes imágenes (Fig. 24 – 25) se muestra el equipo perforador y una herramienta saca testigo.



Fig. 24-25: Equipo perforador de extracción de muestras para caracterizar los rellenos de las canteras. Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental, IMM y Dirección Nacional de Medio Ambiente.

Todas las muestras de suelo extraídas fueron analizadas por la técnica de fluorescencia de rayos X y, en algunos casos, fueron confirmados los resultados por la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, método 3111 B APHA 21^o edición, previa digestión en microondas, según método EPA N°3051.

Con las evaluaciones realizadas en suelo superficial y en rellenos en el sitio, el informe técnico de DINAMA e IMM concluyó que no es viable la regularización del asentamiento dadas las condiciones ambientales y geotécnicas del sitio.

4. Remediación de Sitios Contaminados con Plomo

El término **remediación** implica la realización de acciones para la corrección, minimización o mitigación de los riesgos para la salud y el ambiente, causados por la exposición a un sitio contaminado.

La remediación de un sitio contaminado con plomo se justifica si la presencia del contaminante representa un riesgo para la salud de la población y el ambiente. La disminución de la exposición a niveles aceptables, puede requerir de operaciones complejas y de alto costo, por tanto se requiere, en primera instancia, definir el proceso a seguir y estimar

la relación costo/beneficio de la remediación. La preferencia de una u otra alternativa está basada en la evaluación ambiental, las características específicas del sitio, la situación habitacional, y el análisis costo/beneficio, lo que permitirá definir si es necesario realizar acciones y en ese caso la extensión de las áreas a remediar. Las tecnologías más empleadas están basadas en el confinamiento o en el tratamiento de los suelos y materiales contaminados. En los últimos años se evidencia una tendencia, a nivel internacional, hacia el empleo de técnicas de recuperación del suelo (descontaminación) que posibilitan su reutilización.

Se considera importante introducir aquí el concepto de **biodisponibilidad** de los metales pesados en suelo, que corresponde a la fracción o porcentaje de la concentración total que está disponible para ser absorbida por cualquier organismo vivo.

La biodisponibilidad de los contaminantes depende, además de las etapas de liberación y transporte, de que éstos entren en contacto con los organismos vivos e ingresen al mismo, para lo cual tienen que vencer las barreras fisiológicas.

Entre los parámetros físicos y químicos que se necesita considerar y definir para valorar la biodisponibilidad en suelos, están: contenido de materia orgánica, pH del suelo, tamaño de las partículas y área superficial, capacidad de intercambio iónico y potencial redox.

En el caso de Montevideo, una opción válida por su acción rápida para lograr una separación física de la exposición de niños al suelo contaminado por plomo en viviendas, ha sido la cementación (enlosado) de patios, así como la renovación de suelo en canteros o similares, y la cobertura con balasto de superficies.

Para la remediación de áreas más extensas contaminadas con plomo, se presenta una técnica de bajo costo basada en la aplicación de **fosfato-apatita**. La técnica consiste en transformar los compuestos de plomo que contaminan el suelo en otro compuesto más estable e insoluble y por tanto menos biodisponible, la piromorfita, no afectando la salud de seres vivos ni el ambiente. Fue desarrollada por la Facultad de Agronomía de la

Universidad de la República, a través de un convenio con la Intendencia Municipal de Montevideo (año 2002-2003). Al obtenerse resultados satisfactorios, se recomendó su empleo, dado los bajos costos de aplicación, siempre que fuera factible por las características del suelo y sus posibles rellenos. A partir de esta experiencia, la Intendencia Municipal de Montevideo comenzó a aplicar esta técnica de remediación en otros predios desde el año 2004. Se destacan los trabajos que se llevaron a cabo en el sitio contaminado que correspondía a gran parte del asentamiento conocido como Rodolfo Rincón (barrio La Teja). Las familias fueron realojadas previamente a viviendas construidas por el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), realizándose posteriormente las tareas de limpieza y remediación del lugar con la aplicación de fosfato-apatita.



Fig. 26-27: Aplicación de fosfato-apatita a sitio contaminado (R. Rincón), a través de 5 aplicaciones sucesivas de 7 toneladas de producto en un área de aproximadamente 5.000 m². Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental (Intendencia Municipal de Montevideo), año 2004.

Como medida complementaria, es recomendable la **fitorremediación**. Consiste en la captación de iones metálicos por las raíces de la planta y su acumulación en tallos y hojas. Algunas plantas absorben selectivamente los metales acumulando en los tejidos concentraciones mucho más altas que las presentes en el suelo o en el agua. En la zona contaminada se plantan las especies seleccionadas. La concentración del contaminante que puede absorber una planta depende, entre otros factores, de la profundidad hasta la que pueden crecer sus raíces. Las raíces de los árboles penetran más profundo que las raíces de las plantas más pequeñas, por lo que se emplean

las raíces de los primeros para eliminar los contaminantes que se encuentran a mayor profundidad.

La fitorremediación puede tener lugar incluso a través de un proceso de sorción a las raíces de las plantas. También pueden transformarse en sustancias químicas menos dañinas mediante la acción de microorganismos que viven en las raíces de las plantas.

Cuando las plantas crecen se recolectan y se disponen o destruyen en forma adecuada (por ejemplo, relleno de seguridad o incineración).

El tiempo requerido para el proceso de fitorremediación es lento, dependiendo del tipo y cantidad de plantas utilizadas, la dimensión y profundidad del sitio contaminado, la caracterización del suelo, las condiciones ambientales, etc. Al seleccionar las plantas para la utilización de esta técnica de remediación, es fundamental verificar que no sean plantas comestibles. Ejemplos de especies que pueden ser utilizadas para fitorremediación de plomo en suelo son: álamos, sauces, coles de jardín (variedad *thlaspi caerulescens*) y/o geranios.

Bibliografía

- Bossi, J.; Lorenzo, F.; Campal, N.; Schipilov, A.; "Carta Geológica del Uruguay a Escala 1:500.000. Versión 2.0 (2001). Ed. Facultad de Agronomía, Universidad de la República.
- Canadian Councils of Ministers of the Environment (CCME), 2002. Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environment and Human Health (1999, updated 2002).
- Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC – Canada). Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos - Fichas Temáticas IDRC – Caracterización y rehabilitación de sitios contaminados.
- Corporación Nacional Forestal (CONAF) de Chile. "El Perfil del Suelo: la evolución de un suelo y sus horizontes". Extraído del sitio web: <http://weblogs.madrimasd.org/universo/gallery/image/6251.aspx>
- Chaney Rufus L.; Ryan, James A.; Brown, Sally L.; Hallfrisch, Judith G.; Qi Xue; Scheckel, Kirk; Casteel, S.W.; Maddaloni, M. & Berti, William R. "Evidence of Effective in situ Inactivation of Soil Pb Using Phosphate or Composted Biosolid in the IINERT Field test at Joplin, Missouri". Publicación USDA – U.S. EPA National Risk Management Research Laboratory. 1996.
- Doménech, X. "Química del Suelo. El Impacto de los Contaminantes". Ed. Miraguano, Madrid, 1995.

- Geo Montevideo 2004, Informe Ambiental. Intendencia Municipal de Montevideo, Grupo Ambiental Montevideo, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Ed.: G. Feola, L. Herou, A. Gómez, G. Scarlatto.
- Informe Ambiental de Montevideo, 2008. Intendencia Municipal de Montevideo, Grupo Ambiental Montevideo. Ed.: G. Feola, C. Mikolic.
www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.htm
- Laboratorio de Calidad Ambiental, Intendencia Municipal de Montevideo. "Protocolo de muestreo de suelos aplicable a áreas residenciales y recreativas". Documento interno, año 2002.
- Laboratorio de Calidad Ambiental, Intendencia Municipal de Montevideo. "Protocolo de tratamiento de muestras de suelo para la determinación de metales". Documento interno, año 2006.
- Romero F.M.. Suelos contaminados con elementos potencialmente tóxicos. Universidad Nacional de México (UNAM, Instituto de Geografía).
- Ruby, M.V.; Davis, A & Nicholson, A. "In situ Formation of Lead Phosphates in soil as a Method to Immobilize Lead". Environ. Sci. Technol. 1994.
- Salvarrey, A.; Gristo, P. Guía para la identificación y evaluación preliminar de sitios potencialmente contaminados, 2005. Proyecto Plan Nacional de Implementación Programa Sitios Contaminados. Dirección Nacional de Medio Ambiente (julio 2005).
- United States Environmental Agency, 2001. Guía del Ciudadano para la Fitocorrección; EPA 542-F-01-002S (dic. 2001).
- United States Environmental Agency, 2001. Soil Screening Guidance, 1996 (updated 2001).

Capítulo VIII

Fuentes y Exposición Humana - Vías de Ingreso

Dres. Pose, Burger

Los elementos metálicos que pueden ser peligrosos al hombre y a los animales, incluyen aquellos que son esenciales para la vida, cuando están presentes en grandes cantidades, incluso aquellos que no tienen un rol biológico conocido (3). Nos interesa esta última parte de la frase. El Plomo NO es un metal ESENCIAL para la vida del hombre, es decir no tenemos ninguna necesidad de incorporarlo a nuestro organismo, toda cantidad que tengamos por mínima que ella sea, puede ser de riesgo para la salud.

Como ya lo expresáramos en anterior capítulo de este libro, éste es uno de los conceptos fundamentales que queremos destacar.

Los científicos e investigadores vienen estableciendo o fijando niveles de plomo en sangre que son de menor o mayor riesgo según aumentan, sin embargo cada día más se tiende a llegar al valor 0, justamente por lo que expresáramos más arriba, no es un metal esencial al organismo humano.

La exposición a cantidades peligrosas de muchos metales puede ocurrir en determinadas poblaciones, sobre todo trabajadores. Sin embargo también se ha demostrado que la población en general puede estar expuesta, ya que grandes cantidades de los metales que se han extraído de la corteza terrestre se han depositado en el ambiente debido a diferentes factores: actividad antropogénica, y/o desastres naturales.

Si bien los efectos agudos de los metales sobre la salud humana han sido extensamente estudiados, los efectos a bajas dosis por tiempos prolongados no han sido suficientemente evaluados.

Por estas simples consideraciones ya se puede concluir que el plomo es un metal altamente peligroso al hombre cuando nos enfrentamos a valores elevados en el ambiente y cuando los expuestos dentro de una población

general son las poblaciones más vulnerables, mujeres embarazadas, niños pequeños, y trabajadores.

Sin duda que habrá que definir o especificar que entendemos por valores ambientales elevados, y justamente ese será uno de los objetivos de este libro. También habrá que definir o especificar que entendemos por valores “seguros” para el ser humano, creemos que esto último es uno de los mayores desafíos en la actualidad.

Valor “seguro” para el plomo debiera ser cero (0) ya que no lo necesitamos, sin embargo esto es casi imposible, ya que se encuentra en múltiples procesos industriales y también en eventos frecuentes de la naturaleza. Es por ello que las autoridades regulatorias a nivel mundial están cada día más preocupadas por bajar los niveles en aire, aguas, suelos, alimentos, y sin duda establecer los niveles en sangre más bajos, hoy se estima que la plumbemia de poblaciones NO expuestas debiera ser entre 0 - 1,5 µgr/dL, para los expuestos hay otros valores. (Ver Cap. XI)

Entre 1984 y 1991 varios autores demostraron que los niños con niveles de plomo por encima de 10 µg % en sangre tenían alteraciones del coeficiente intelectual y del comportamiento, recién en 1987 la Academia Norteamericana de Pediatría recomienda disminuir el nivel de Plomo en sangre a 10 µg %, en niños y en 1991, hace la misma recomendación el Centro de Control de Enfermedades de Atlanta, EE.UU.

Hoy ya existe suficiente evidencia científica que demuestra que el plomo incide en el desarrollo neuropsicológico de los niños expuestos. Algunos estudios han reportado cambios en los patrones neuroquímicos cerebrales frente a una exposición crónica.

La exposición incluso a los llamados “bajos niveles,” tiene efectos deletéreos e irreversibles sobre la función cerebral, que se manifiestan por bajo coeficiente intelectual, hiperactividad, irritabilidad, déficit atencional, problemas del aprendizaje, bajo rendimiento escolar, déficit en la audición, alteraciones visuales en la acomodación visuoespacial, retardo en el

crecimiento y efectos neuroendócrinos cuanto más temprana es la etapa de la vida a la exposición. En suma el plomo compromete el capital intelectual de una población.

El amplio y difundido uso de este metal, en minería e industrias tales como fundición y reciclado de metales, fabricación y reciclado de baterías, fabricación de plástico, vidrio, cerámicas, pinturas, cables, caños, chumbos y plomadas para caza y pesca; y en procesos de galvanizado y soldadura, así como su uso en nafta (tetraetilo de plomo), ha incentivado el estudio de sus efectos sobre el ambiente y la salud. (2)(4) (5)

En países desarrollados se han tomado medidas respecto al uso del plomo, fijándose niveles admisibles en agua, aire, suelo y alimentos, así como niveles aceptables en sangre (Plombemia). En la última década el Centro de Control de Enfermedades (CDC) de Atlanta protocolizó la intervención y el seguimiento de las poblaciones expuestas. Es también de suma importancia la regulación, reglamentación y vigilancia de la actividad industrial con el metal. (6)

Los países que han considerado la problemática del Plomo como un verdadero problema de Salud Pública han tomado las medidas macro ambientales al respecto y apuestan a la Prevención y a la Educación para la solución de la contaminación de este y otros contaminantes ambientales. (6)

Fuentes de Exposición Humana

Todos los habitantes del planeta estamos expuestos al plomo, unos más que otros dependiendo de las diversas fuentes de exposición existentes.

Las fuentes de exposición más frecuentes resultan de las diversas actividades laborales que lleva a cabo el ser humano y éstas son:

- 1.- Fundición primaria y secundaria del metal (reciclado de materiales y productos).

Minería, fundición de metales, fabricación y reciclado de metales, fundición de chatarra, fabricación y reciclado de acumuladores eléctricos, baterías.

2.- Fabricación de múltiples productos en diferentes procesos industriales.

Fabricación de plásticos, vidrio, algunos cristales, esmaltes para cerámica, pinturas, barnices, cables.

Procesos de galvanizado, soldaduras, pulido y refinado de metales.

Algunas imprentas.

Cañerías de plomo para transporte de agua.

Pinturas para juguetes, uso en cosméticos, en tatuajes.

Plomo orgánico como antidetonante en naftas. (Tetraetilo de plomo).

Destilación ilícita de bebidas alcohólicas en serpentines plomados.

Quema de cables con el fin de recuperar el cobre.

Existencia de algunos fungicidas con arseniato o acetato de plomo.

Cables a tierra, joyería, plumadas y municiones, disparar con municiones en armas cargadas a mano.

¿Cómo llega entonces el plomo a la población general?

Al entrar en contacto con el polvo y la tierra, de un "suelo y/o sitio contaminado" procedente de fundiciones, y/o de todos los procesos industriales antes mencionados, así como de la demolición de viviendas antiguas con pinturas que contenían plomo.

Al entrar en contacto con el polvo y vapores generados en los diversos procesos industriales arriba mencionados, dentro y fuera del ambiente de trabajo.

Al ingerir agua potable que circule por cañerías de plomo, uso de agua potable caliente para la preparación de alimentos o limpieza de utensilios de

cocina, recordemos que con el aumento de la temperatura del agua el plomo contenido en las cañerías se libera más fácilmente.

Ingestión de bebidas acidificadas, ej. limonadas que son guardadas en recipientes de cerámica vitrificadas.

Consumo de alimentos de huertas cercanas a vías de intenso tránsito vehicular y/o vegetales plantadas (vegetales de consumo y plantas con fines medicinales) en suelos potencialmente contaminados o alimentos envasados en recipientes de latón con soldaduras.

Hábito de pica en los niños, se entiende por tal el "rascar" y comer pintura y revoque de paredes, geofagia comer directamente tierra.

Reabsorción del plomo de los proyectiles impactados en el organismo humano cuando están en contacto con líquidos biológicos, (intraarticulares, intramedular y otros).

Vistas estas fuentes de exposición y la forma en que la población en general puede entrar en contacto con el plomo, debemos señalar que existen grupos de población de mayor vulnerabilidad como son los trabajadores expuestos por el proceso en que intervienen, la mujer embarazada y los niños pequeños.

La exposición laboral del trabajador dada su importancia motiva un capítulo de este libro. (Ver Cap. XI)

La exposición del niño pequeño y la mujer embarazada por ser de tal relevancia también motiva un capítulo aparte. (Ver Cap. X)

Vías de Ingreso

El plomo se absorbe por todas las vías posibles de nuestro organismo, la digestiva, la respiratoria, la cutáneo-mucosa, la transplacentaria.

Su absorción digestiva se ve favorecida por la falta de hierro, calcio, fosfatos, zinc y la vacuidad gástrica.

La vía de ingreso digestiva es decir por la boca es muy importante en el lactante por el pasaje por la leche materna, en el niño pequeño por su comportamiento normal de llevar todo a la boca para reconocerlo, además por el hábito de pica cuando existe.

En el trabajador expuesto la vía digestiva es posible cuando no lava sus manos y cara, sobre todo en la región peribucal, al comer, beber o fumar en el ambiente de trabajo.

La vía inhalatoria o respiratoria, es decir el ingreso por la nariz, ocurre frente a la existencia de polvo y vapores conteniendo plomo, y se verá en población trabajadora, expuesta a plomo en el ambiente laboral, en población general cuando los niveles de plomo en el aire que respiramos están por encima de lo admitido o permitido, en los niños pequeños que por su altura están más en contacto con polvo cercano al piso.

También puede ingresar por la piel, sobre todo en trabajadores expuestos, y dentro de las diferentes formas de plomo es el plomo orgánico (el de las naftas) el que mejor se absorbe por la piel.

También se puede absorber a partir de proyectiles impactados en cavidades cerradas que están en contacto con líquidos biológicos, ej. articulaciones, peritoneo, y otras.

No debemos dejar de mencionar otra vía de absorción dada su importancia, es la vía prenatal, es decir la que recibe el feto a través de la placenta, a partir de la carga corporal que tiene su madre. Esta es una vía silenciosa y

no bien evaluada, y de muy alto riesgo debido a que ingresa al feto en la etapa inicial de su formación, pudiendo causar daños irreversibles. Por lo tanto el niño tiene un mayor tiempo de exposición a plomo si su madre lo está, que un adulto que lo absorbe a partir de su trabajo. Si la madre tiene una importante carga corporal de plomo también lo pasará a su hijo al amamantarlo, ya que pasa a la leche materna.

De la dosis a que podemos estar expuestos, el adulto absorbe, es decir ingresa a su organismo un 10% del total de la misma, sin embargo el niño pequeño llega a absorber hasta un 40%. A su vez esta absorción se va a ver favorecida por un déficit o falta de calcio en el organismo, por falta de hierro, (anemia), o por vacuidad gástrica y malnutrición.

Veamos entonces cuantos factores pueden influir en la absorción de este metal, no es solo dependiente de la cantidad que hay en el ambiente sino de otros factores agregados que tenemos según acabamos de ver.

La carga corporal total de plomo en el organismo se encuentra en su gran mayoría en los huesos, hasta un 80%. En el niño en crecimiento el plomo se fija en las metáfisis de los huesos largos, dando lugar a las llamadas "Líneas de plomo" ya que es opaco a los Rayos X y pueden verse en la radiografía simple.

El plomo se elimina en su gran mayoría por la orina, un tercio por las materias fecales, en menor escala por el sudor, saliva, faneras (pelos y uñas) y por supuesto también por la placenta, y la leche materna.

El riñón elimina el plomo por filtración glomerular y excreción tubular, éste último mecanismo se acrecienta frente a una exposición importante.

BIBLIOGRAFÍA:

1 - Casarett & Doull's - Toxicology The Basic Science of Poisons - 7a. Edición, Unit 4, p. 943, Editor Klaassen PhD.-

2 - Laborde A., De Ben S. - Toxicología de los Metales - Pag. 240 - 254. En Patología Toxicológica 1º Edición Fogel E. - Uruguay - 1993.

- 3) – Prasad K, Bondy S.- Metal Neeurotoxicity.-Chap. 1 CRc Press, 1988.-
- 4) - Villanueva E. -- Etiología General de las intoxicaciones – Cap. 52 Pag. 605 – 609. Mercurio. - Cap. 70 Pag. 827 – 834. Plomo.- Cap. 71 Pag. 835 – 850. - En Medicina legal y Toxicología 5º Edición Gisbert Calabuig J. España –1999.
- 5) – Kawas Lemasters G. Sistema Reprodutor – Parte I - El cuerpo humano Cap. 9.1 – 9 – 32 – En Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo Vol. 1 OIT 1998.
- 6) – Comité de Salud Ambiental de la Academia Norteamericana de Pediatría “Intoxicación por Plomo: de la Detección a la Prevención Primaria” Pediatrics 1993; 92 (1): 176 –183. Publicado en español por Salud Publica de México “Indicadores y Noticias de Salud” Mayo – Junio 1995; Volumen 37 (3): 264 – 275
- 7) – Landrigan Ph., Pediatrics 2005,116:1036-46.-

Capítulo IX

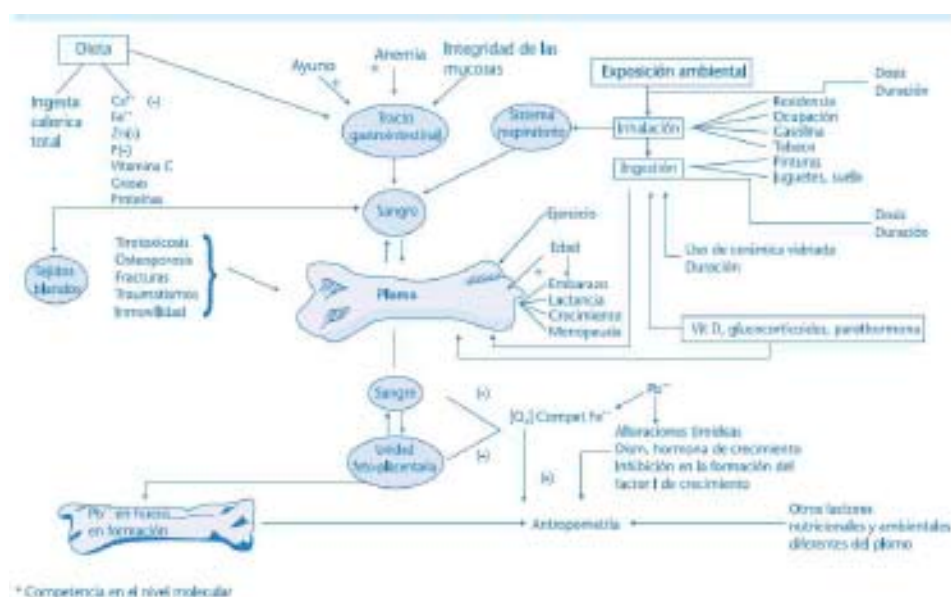
Mecanismos de Acción Tóxica

Dra. Burger

Toxicocinética del Plomo

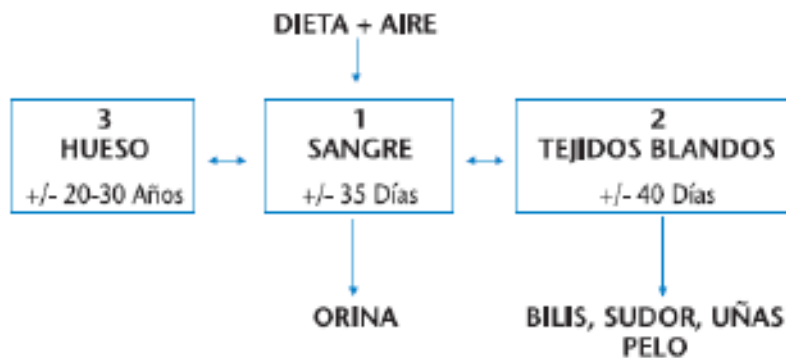
En el capítulo anterior mencionamos las vías de ingreso de este metal al organismo, aquí haremos algunas consideraciones a partir de su ingreso y su comportamiento una vez absorbido.

Cualquiera sea la vía de ingreso que utilice una vez absorbido el Pb, pasa a la sangre que transporta aproximadamente el 95-99% a través de la hemoglobina del glóbulo rojo, el restante 1 a 5% circula en el suero y está disponible para la distribución a los tejidos blandos (riñones, hígado y cerebro), aproximadamente el 70 a 95% se redistribuye y deposita en los huesos.



Modelo biológico del plomo. (Tomado de Sanin, Helena y cols. *Acumulación de plomo en huesos y sus efectos para la salud. Salud Pública Mex* 1998; 40:359-368).

Dentro de los tejidos blandos predomina el cerebro. El tiempo de eliminación desde el glóbulo rojo es de 20 días, de los tejidos blandos hasta 40 días, y en los huesos permanece durante años (25 y más). El plomo del hueso trabecular es más lábil que el del hueso cortical, es decir más fácil de movilizar.



Distribución del plomo, modelo de los tres compartimentos en el organismo humano.
(Tomado de Ellenhorn, 1998)

Su absorción se ve favorecida por la carencia de calcio, hierro, zinc y ascorbatos, así como la vacuidad gástrica, (estómago vacío).

El Plomo orgánico se metaboliza en el hígado, el inorgánico no se biotransforma, los adultos retienen un 1% de la dosis absorbida, y los niños hasta un tercio de la misma, sobre todo los menores de 2 años.

En el capítulo anterior se trató la eliminación o excreción de este metal del organismo humano, por lo tanto a continuación trataremos los mecanismos de acción del Pb, para comprender cuales son los efectos nocivos a la salud una vez absorbido.

Mecanismos de Acción Tóxica

El Plomo no se necesita para ningún proceso en el organismo del ser humano, este concepto es fundamental para entender que por lo tanto por poca que sea la cantidad que se encuentre en una muestra de sangre puede ser de riesgo para la salud.

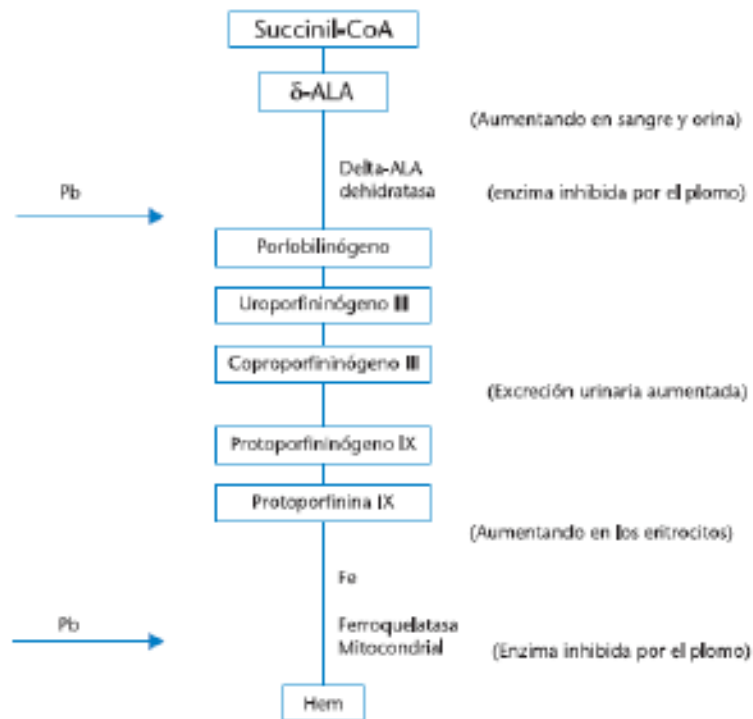
Ya que no es necesario para ningún proceso o función dentro del organismo no se establece como para otros metales un valor "normal", lo que debemos lograr es tener los valores más bajos posibles, si es cero mejor, pero lograr este valor implica no tener plomo en las matrices ambientales antes mencionadas.

Se trata como hemos visto de un tóxico acumulativo, es decir que ingresa al organismo, circula y se deposita en algunos órganos. Cabe recordar que cuando medimos el plomo en sangre total, plumbemia (Pbs), estamos midiendo el plomo circulante que ingresa por una exposición reciente, no estamos midiendo la carga total de plomo. Normalmente existe un equilibrio en el organismo entre el plomo circulante y el depositado en huesos. Sin embargo es importante señalar que la sintomatología o los efectos del plomo en el ser humano se relacionan más con la carga corporal total que con un valor aislado de plumbemia, esto es muy importante cuando se controlan trabajadores o poblaciones expuestas por largo tiempo.

Cuando está presente en el organismo humano el plomo que actúa es el que está circulando, (el mismo que medimos a través de la Pbs), pero hay circunstancias en las cuales el plomo depositado en los órganos y sobre todo en los huesos puede ser liberado a la sangre, ello se ve sobre todo cuando frente a un paciente con valores altos de plumbemia se realiza tratamiento con quelantes, el plomo circulante se une al quelante formando un complejo que será eliminado por la orina, y al descender la Pbs, el organismo lo compensa liberando el plomo depositado en los huesos.

Los mecanismos de acción tóxica del plomo son diversos, es así que se le reconoce afinidad por los grupos sulfhidrilos, inhibe sistemas enzimáticos, interfiere en las vías metabólicas calcio dependientes, afecta la síntesis del hem, del ADN, de algunas hormonas. (1)

A nivel hematológico, el mayor efecto es la alteración de la síntesis del Hem, lo primero que ocurre es la inhibición de la enzima delta aminolevulínico deshidratasa, o (ALA-D), lo segundo es el bloqueo de otra enzima la ferroquelatasa que es la que normalmente favorece la unión del hierro a la protoporfirina IX para formar el Hem, que se lleva a cabo a nivel de la médula ósea. Este efecto se va a traducir en anemia microcítica e hipocrómica, similar a la anemia por carencia de hierro. Estas alteraciones en la síntesis del hem dan lugar a aumento de la porfirina urinaria, de la coproporfirina, el deltaaminolevulínico y la Zn-protoporfirina, que servirán de indicadores de efecto. (1)



Efectos del plomo en la síntesis del hem. (Tomado de Ellenhorn 1988)

A nivel del Sistema Nervioso actúa sobre el sistema nervioso central (SNC) sobre todo en el niño y en el periférico (SNP) sobre todo en el adulto. En el primer caso dará lugar a encefalopatías de diversa índole y en el segundo caso dará lugar a neuropatías a predominio motor.

Pero lo más importante a destacar es que los efectos de este metal sobre el SNC son los más significativos en términos de salud humana.

A nivel del SNC el plomo tiende a concentrarse en la materia gris y en algunos núcleos, las concentraciones mayores se encuentran en el hipocampo, seguida por el cerebelo, corteza cerebral y médula.

La patogénesis del daño neuronal en la encefalopatía aguda clínicamente evidente sobre todo en niños, no está muy clara, hay edema cerebral, hay hipoxia celular, y parecería que hay también un daño neuronal directo y posiblemente en la transmisión sináptica.

El plomo y el calcio están involucrados en las mismas vías fisiológicas y metabólicas, el plomo podría reemplazar al calcio en numerosos procesos de transporte mediados por receptores y enzimas, podría este ser uno de los mecanismos a nivel del SNC.

Puede actuar también por estimulación de la proteína kinasa C que altera la barrera hematoencefálica e inhibe la modulación colinérgica de la transmisión sináptica.

También se han reportado cambios en los patrones neuroquímicos en el cerebro de expuestos a bajos niveles de plomo. Afecta cada uno de los sistemas neurotransmisores, incluyendo el dopaminérgico, colinérgico y glutamatoérgico. (1)

Todos estos sistemas tienen que ver con los mecanismos de la función cognitiva, de aprendizaje y memoria.

El plomo podría facilitar mecanismos de muerte celular durante la selección neuronal en el SNC en desarrollo.

Los estudios llevados a cabo por autores como Bellinger, Levington, Needleman, Landrigan y Campbell han contribuido al conocimiento de las repercusiones de la exposición pre y postnatal al plomo sobre la salud infantil. (9) (10)

Es a partir de los estudios de Bijl y Lord en 1943 que se describen manifestaciones de retraso mental y alteraciones conductuales en niños expuestos a plomo.

Es tan importante el daño neurocognitivo del plomo que a pesar de todos los trabajos realizados con fines de disminuir los valores de plumbemia, aún con quelantes, no hay actualmente evidencia clínica de que al bajar la misma, este efecto revierta.

A nivel de las fibras nerviosas periféricas da lugar a una desmielinización segmentaria, y posible degeneración axonal que se va a traducir en una neuropatía a franco predominio motor y poca manifestación en la

sensibilidad. Este es el efecto más frecuente en adultos expuestos y puede aparecer con valores de plomo en sangre menores a 40 µg/dL.

A nivel gastrointestinal afecta la fibra del músculo liso intestinal dando un cuadro clínico muy conocido sobre todo a nivel laboral, que puede llegar a ser muy severo en cuanto al dolor que genera, y rebelde al tratamiento, el llamado cólico saturnino.

A nivel renal el plomo produce dos tipos de nefropatías, la aguda que se debe a una disfunción de las células del túbulo proximal y que es reversible si cesa la exposición. En segundo lugar la nefropatía crónica que consiste en lesiones a nivel intersticial, con la inclusión de cuerpos intranucleares, éstos están formados por complejos de plomo-proteínas. Si el efecto y la exposición persiste la nefropatía crónica se establecerá, ésta es más una enfermedad renal crónica de tipo intersticial y prácticamente sin toque glomerular. Da lugar a una proteinuria importante, y es irreversible cuando se ha instalado la fibrosis.

A nivel cardiovascular da lugar en general en los adultos a una hipertensión arterial, su mecanismo de producción es discutido, podría estar asociada a los cambios vasculares en la etapa de nefropatía crónica, o alteraciones en el metabolismo de la renina-angiotensina, con aumento de la actividad simpática, alteraciones en la bomba sodio-calcio, otro mecanismo puede ser un posible aumento del tromboxano. (1)

Actualmente se le reconoce un efecto genotóxico, dando lugar a aberraciones cromosómicas quizás por bloqueo en la síntesis del ADN. Este efecto puede ocasionar daño a nivel fetal, con abortos espontáneos, malformaciones, y otros. Hay trabajos que evalúan también el stress oxidativo más allá del efecto genotóxico del plomo. (6) (7)

La IARC (Agencia Internacional de Investigación en Cáncer) clasifica al Plomo en el grupo 2 A es decir posible carcinógeno humano y carcinógeno en animales. (11)

Existen importantes trabajos científicos que están evaluando la acción del Plomo sobre el sistema inmunológico, se considera que puede actuar como inmunomodulador y aumentar la susceptibilidad del individuo a infecciones virales, riesgo de desencadenar alergias, y enfermedades autoinmunes.

El Plomo puede estimular o deprimir a los linfocitos T y B encargados de la respuesta inmune humoral y celular. Hay trabajos que muestran disminución de IgG estadísticamente significativa, en trabajadores expuestos, manteniendo valores normales de IgA e IgM. (2)

También hay trabajos que muestran una disminución de los linfocitos T, actualmente se considera que el Plomo puede provocar una variedad de la respuesta inmune humoral y también en la mediada por células. (3) (4)

Si bien muchos de los estudios actuales se realizan en poblaciones de adultos expuestos laboralmente al Plomo, debido a que es más fácil obtener las muestras, todos estos efectos serán más probables y más importantes cuanto más precozmente se exponga el ser humano a este metal, volvemos a repetir por lo tanto que la exposición desde el intraútero hasta los 3 primeros años de vida son preocupantes.

Cabe también destacar que la población laboralmente expuesta cuando no es correctamente controlada corre el riesgo de tener valores de plumbemia muy elevados, y como sabemos hoy con dosis mínimas de exposición se encuentran efectos.

Otro de los efectos adjudicados al plomo como a otros metales y otras sustancias químicas es el de actuar como disruptor endócrino, entendiéndose por tal la posibilidad de alterar la función del sistema endócrino y en consecuencia generar efectos sobre diversas glándulas, tiroides, gonadas, hipófisis. No existe suficiente evidencia clínica en seres humanos a la fecha, si los hay a nivel animal, y de algunos ecosistemas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1)- Cassaret and Doull"s.-Toxicology The Basic Science of Poisons.- 7a.Edition, 2008, chapter 23, p. 943.-
- 2)- Rev.Cubana Salud Trabajo 2002,3 (1-2) Rodríguez Diaz T. y col., Respuesta inmunológica en trabajadores expuestos.-
- 3)- Alergia, Asma, Inmunol.Pediatr. 2002,11 (3) Goytia Acevedo R. y col., El Plomo como posible factor de riesgo para el desarrollo de alergia.-
- 4)- Rev. Alergia 1993, Mar-Apr, 40 (2).- Castillo M y col. Influencia de la exposición laboral al Plomo sobre la concentración de inmunoglobulinas y la función celular inmunitaria en el hombre.-
- 5)- EHP 1995,103(9),17-22. JKrzystynia K. y col.-
- 6)- FCM Centro de Biomedicina,1998, 50p. Quito, Ecuador.- Cantos O. y col. Plomo genotoxicidad y salud humana.-
- 7)- Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, Silva M.E.,y col. El stress oxidativo en el proceso de transformación inducido por la exposición a la mezcla de As, Cd,y Plomo.-
- 8)-González-Cosio T, Peterson K.E y col.-Efectos reproductivos.- http://Cofepris.salud.gob.mx/bv/libros/cap_04.pdf.-
- 9) - Landrigan PhD, Pediatrics, 2005, 116:1036-46
- 10) - Bellinger and all, Low-level Kead -exposure and Childrens Cognitive Function in the Preschool years, Pediatriccs, 1991, vol. 87.
- 11) - IARC . Directory of on going researchy in cancer epídemiology 1989/90. Lyon-Francia WHO/IARC, 54,100.

Capítulo X

Poblaciones Vulnerables:

Niños Y Mujeres Embarazadas

Dres. Siscar, Pose

Vulnerabilidad es la posibilidad de ser herido o de sufrir daño. Cuando hablamos aquí de Vulnerabilidad, nos referimos a las condiciones que pueden incidir en la salud y en el normal crecimiento y desarrollo en las distintas etapas de vida, estas condiciones, están determinadas por factores o procesos biológicos, sociales, económicos y/o ambientales (físicos y químicos), presentes en los lugares donde esta persona vive, crece y se desarrolla. Esta vulnerabilidad, aumenta la susceptibilidad de una comunidad al impacto de un agente o un suceso. (1)

Se puede considerar, “Ventanas de vulnerabilidad” a los períodos en que los órganos y sistemas, que se encuentran en constante desarrollo, son especialmente sensibles a múltiples factores, entre ellos la exposición a factores ambientales. Por esta razón estas ventanas se ubican en distintas etapas del crecimiento y desarrollo del ser humano. (1) (2)

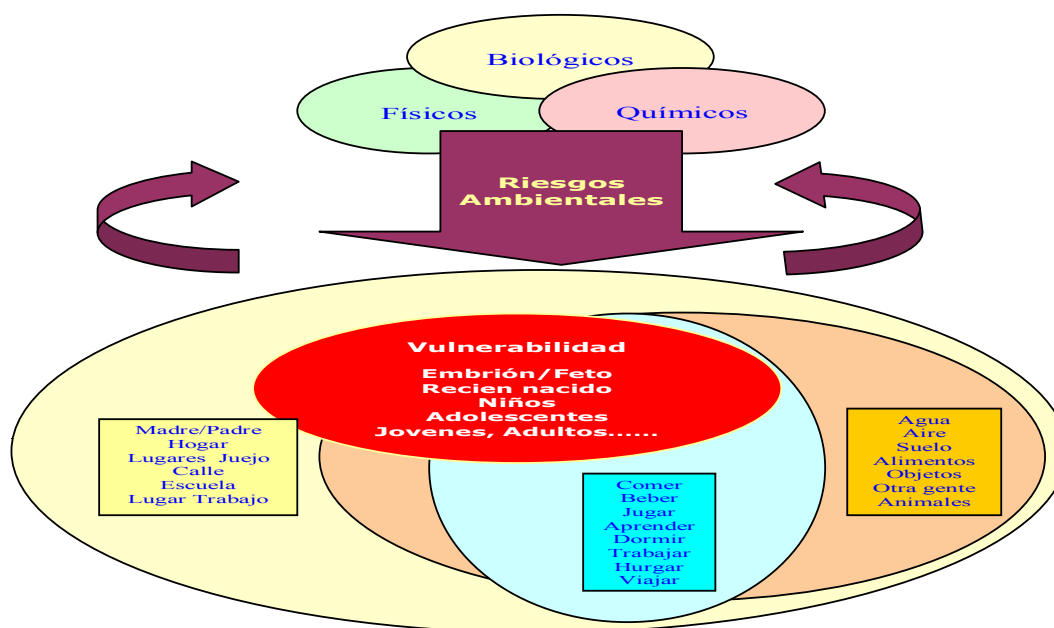
La exposición a factores ambientales negativos, puede determinar un DAÑO BIOLÓGICO ya que el niño desde su concepción va evolucionando, transformando sus estructuras hasta alcanzar la complejidad necesaria para la adquisición de las funciones y conductas.

Estas transformaciones están genéticamente determinadas, pero responden a influencias medio ambientales, que le permiten o no, alcanzar esa capacidad de crecimiento y desarrollo. Cualquier factor nutricional, infeccioso, ambiental que interfiera en este proceso puede ocasionar daños irreparables.

Existen factores socio-económico-ambientales, que influyen negativamente en la salud y el desarrollo del ser humano haciéndolo mas vulnerable. Estos factores son consecuencia de la rápida globalización, la creciente industrialización, la mayor pobreza e inequidad, el consumo no sostenible,

el aumento de la población, el uso y mal uso de sustancias químicas, el cambio climático, la desertificación/deforestación, la pérdida de la biodiversidad, el uso de tecnologías poco conocidas entre otros.

El ambiente influncia la vida de los niños en todas sus etapas, a través de las diferentes matrices (aire, agua, suelo y alimentos) y a través de las distintas actividades que desarrollan (juegos, alimentación, hábitos, trabajos, etc.). . (1) (2) (3)



El mundo químico constituye una amenaza cierta para el ambiente y para la salud. Según datos brindados por Estados Unidos (EPA – 1998), desde el año 1950, se desarrollaron en el mundo unas 80,000 sustancias químicas sintéticas, que dan lugar a infinidad de productos químicos, que producen toneladas al año de residuos, que se dispersan en aire, agua, alimentos, cultivos, escuelas, hogares, basureros. Hay que tener en cuenta que un mínimo porcentaje de ellas tienen estudios de tests de toxicidad en humanos y un porcentaje mucho menor al 10%, se le conocen sus efectos sobre el crecimiento y desarrollo. (4)

Se está comprobando una transición epidemiológica a medida que el mundo se va industrializando, han ido cambiando los patrones epidemiológicos de las enfermedades infectocontagiosas a las enfermedades del comportamiento y las de origen ambiental y esto va cambiando la morbi-mortalidad pediátrica.

Según datos emitidos por la OMS, más de un tercio, de toda la carga de morbilidad se debe a factores relacionados con el ambiente deteriorado. Se sabe hoy que existe relación entre determinantes ambientales y la aparición de mayor incidencia de patologías tales como asma, alergias, cáncer, trastornos del neurodesarrollo, disrupción endocrina, alteraciones congénitas y patologías inmunológicas. (1) (5)

De acuerdo a lo expresado anteriormente, hablar de vulnerabilidad para la salud y el ambiente significa hablar de multifactorialidad.

Poblaciones Vulnerables

Definir Poblaciones Vulnerables implica definir la existencia de grupos poblacionales de mayor riesgo, ante la exposición a determinados factores.

Podemos definir como grupos vulnerables: los niños desde su concepción pasando por todas las etapas, hasta la adolescencia, mujeres y especialmente las embarazadas y madres que amamantan, tercera edad, minorías étnicas culturales y personas con patologías crónicas. Debe distinguirse también como población de riesgos los lactantes alimentados con pecho de madres expuestas a contaminantes medioambientales.

La población pediátrica, que abarca las dos primeras décadas de la vida, engloba a tres de los grupos más vulnerables (prenatal, primera infancia y adolescencia). El Crecimiento y Desarrollo son rápidos en las primeras etapas de la vida. Todos los sistemas orgánicos atraviesan diversas fases de crecimiento del número y tamaño celular desde la concepción, etapa

embrionaria y etapa fetal, persistiendo luego del nacimiento durante toda la infancia, para terminar al final de la adolescencia e inicio de la época adulta.

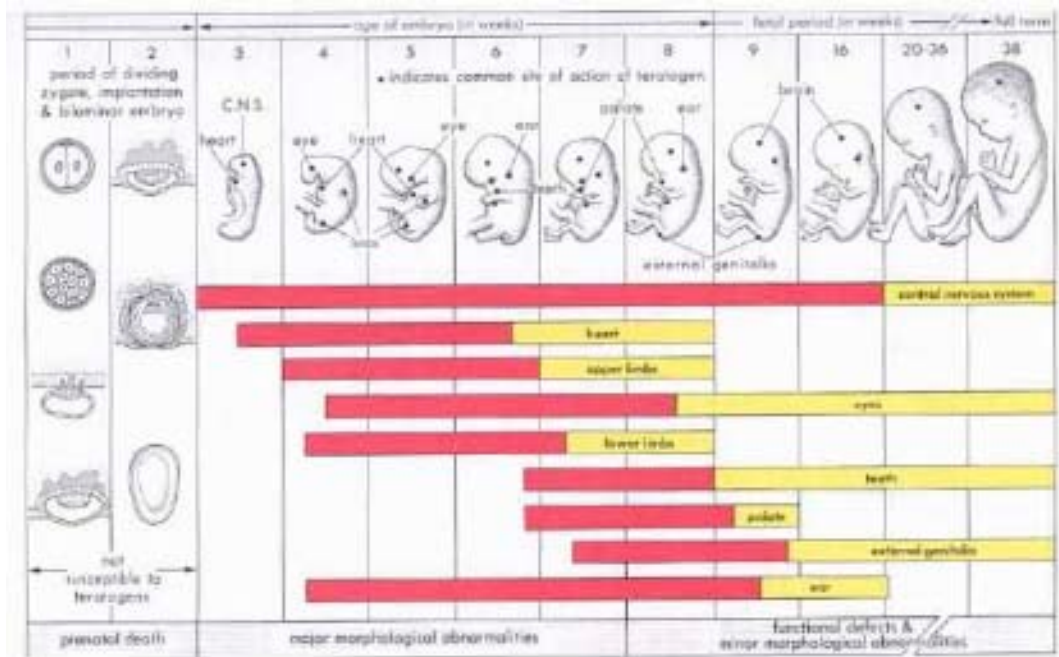
Los órganos y sistemas en desarrollo son más frágiles. El daño causado a un órgano o sistema en crecimiento, puede determinar efectos adversos en la salud a corto, mediano y largo plazo. Estos efectos pueden ser permanentes o manifestarse por lesiones irreversibles, o por un daño evidenciado en el futuro, como enfermedades crónicas en el adulto. (1) (2) (4)

Etapas de Especial Vulnerabilidad en el Ser Humano

Estas etapas, son previas a la concepción, durante la etapa gestacional, la lactancia, la primera infancia, la etapa escolar y la adolescencia.

Durante el período Prenatal y aun antes de la concepción, la exposición de los padres a contaminantes químicos ambientales vinculados al trabajo por ejemplo con plaguicidas, metales, solventes, etc., ha mostrado ser causa de infertilidad, de patologías del embarazo (abortos, partos prematuros) y en los hijos podría ser causante de alteraciones del desarrollo neuropsicológico, del crecimiento, y de la aparición de tumores etc. (6)(11)

Durante la etapa gestacional las ventanas de vulnerabilidad están bien definidas. Entre las dos primeras semanas de gestación la exposición a un factor nocivo puede provocar un daño celular o abortos. A partir de la segunda semana y hasta la décima, durante la organogénesis, se traduce en alteraciones del desarrollo de órganos vitales. Desde la décimo primer semana en adelante, básicamente se va a manifestar en un retardo del crecimiento, y desarrollo o déficit sobre todo de la función del SNC, alteraciones enzimáticas o mutagénesis.



Moore, Elsevier Inc, 1973

Más de 100 sustancias químicas xenobióticas (tóxicas) han sido detectadas en leche materna, (entre ellas fármacos, drogas de abuso, PCB's (Bifenilos Poli Clorados), Dioxinas, Furanos, Plaguicidas, Plomo, Metilmercurio), esto hace de la etapa de lactante un período de especial vulnerabilidad ya que ellas pasan al niño durante la lactancia materna. Esto no ha de contraindicar la lactancia materna, debemos tratar de reducir la exposición a sustancias químicas nocivas y evitar la ingesta de alimentos contaminados en la madre, ya que a pesar de que ocurra el pasaje de elementos nocivos del ambiente para el niño, también la madre transfiere nutrientes, anticuerpos específicos importantes para un correcto crecimiento, además del vínculo afectivo que se crea entre madre-hijo fundamental para el desarrollo del niño.

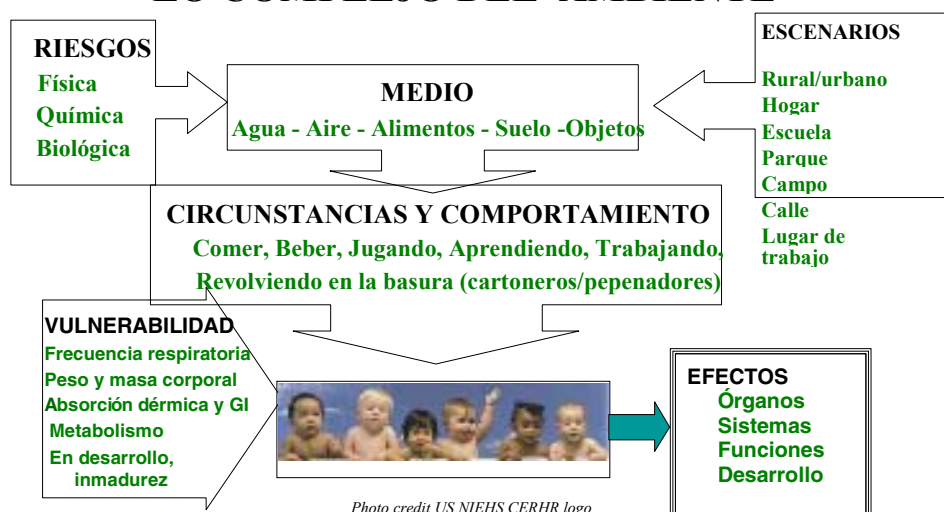
Durante la Primera Infancia se produce un importante desarrollo del sistema nervioso central, aumenta notablemente la sinapsis interneuronales a través de la interconexión entre axones y dendritas y la producción de neurotransmisores, que junto a los estímulos ambientales permiten el desarrollo de las funciones intelectuales: socio - afectiva y psicomotriz. Aparece la coordinación de los movimientos, de la marcha, y el lenguaje.



Centro Latinoamericano de Perinatología y Desarrollo Humano - OPS/CLAP. Material de apoyo para la promoción, protección y vigilancia de la salud del niño. Montevideo: Centro Latinoamericano de Perinatología y Desarrollo Humano, s.f.- Publicación científica 1304

Se produce un gran incremento del desarrollo intelectual, por lo que cualquier noxa que actúe en esta etapa del desarrollo cerebral puede causar retrasos importantes y muchas veces daños permanentes, que pueden traducirse en alteraciones del aprendizaje, trastornos de conducta etc., que comprometen la vida futura de estos niños. (7)

LO COMPLEJO DEL AMBIENTE



Módulos de Capacitación para los Profesionales de la Salud - Organización Mundial de la Salud, OMS

La etapa Pre Escolar y Escolar, se caracterizan por una mayor autonomía del niño, ya sale de su hogar, concurre a jardines de infantes guarderías o a la escuela. Se pone en contacto con ambientes que no siempre están adaptados a su edad. En este período pasan más tiempo al aire libre, dependen de otros adultos que no son sus padres para su seguridad, (maestros, cuidadores). Están más expuestos a accidentes, violencia, abuso infantil y lesiones por trabajo infantil. Son más frecuentes las enfermedades parasitarias, afecciones respiratorias y alergias que son causantes del ausentismo escolar. La incidencia de asma de etiología ambiental, en esta etapa, se ha duplicado en la última década en todo el mundo. (8)

La Adolescencia, es la última etapa de crecimiento rápido y es el fin del crecimiento de algunos órganos como el alvéolo pulmonar, cartílago en los huesos, y se completa la maduración de órganos de la reproducción. Los adolescentes son también una población vulnerable, todavía en desarrollo y crecimiento. Adquieren mayor grado de independencia, frecuentan múltiples ambientes, toman decisiones, pueden asumir conductas de riesgo características que los expone especialmente a riesgos ambientales tales como accidentes de tránsito, de trabajo, violencia, abuso, sustancias químicas. (1) (2) (6) (7) (8)

¿POR QUE LOS NIÑOS SON VUNERABLES?

La especial vulnerabilidad de los niños frente a los contaminantes ambientales se explica porque anatómica y fisiológicamente tienen diferencias con el adulto. El NIÑO no es un ADULTO pequeño, es mucho más que eso. (14) (15) (16)

Ejemplo de esta diferencia es el crecimiento y desarrollo neurológico, el cerebro de un recién nacido tiene igual número de neuronas que el del adulto y alcanza a los 2 años, las 4/5 partes del tamaño que tendrá de adulto; el cerebro en el niño representa el 13% de su masa corporal mientras que en el adulto representa solamente el 2% de la masa corporal.

El desarrollo de la barrera hemato-encefalica hasta los 36 meses está incompleto. Durante la adolescencia, no cambia la morfología del cerebro, pero el electroencefalograma (EEG) demuestra un proceso de maduración neurológica continua. (7) (8)

Sus sistemas; inmunitario, reproductor, digestivo y nervioso están en pleno crecimiento y desarrollo.

Es por este rápido crecimiento y desarrollo, que los niños necesitan un mayor aporte de oxígeno y de nutrientes.

Por ello comen más alimentos, entre tres y cuatro veces más comida que un adulto sobre todo en los 5 primeros años de vida. Beben más líquidos en los 6 primeros meses de vida, bebe 7 veces más que un adulto, siempre en relación a su peso corporal.

Respiran más aire por kilo de peso corporal que los adultos, consumen el doble de cantidad de aire que un adulto. El crecimiento y desarrollo pulmonar continua durante la infancia, el recién nacido tiene al nacer unos 10,000,000 alvéolos y llega a unos 300,000,000 a los 8 años. La exposición a humo de tabaco enlentece este crecimiento. (2) (9) (12)

Según un estudio de 3000 niños, el respirar aire contaminado enlentece el crecimiento pulmonar y demuestra alteraciones, que pueden estar en relación con asma y enfisema en adultos. (10)

Cuando se expone toda la superficie corporal, la dosis de una sustancia absorbida por la piel de un niño de 3 a 6 años es 50 a 75% más elevada que la que podría absorber un adulto, dadas las diferencias cutáneas (espesor, vascularización) y la relación superficie y peso corporal. (2)

La exposición a sustancias químicas es mayor a través del tracto digestivo, los adultos absorben 5 veces menos Pb que un niño de 1 a 2 años.

Los niños especialmente durante los primeros 10 años de vida, inhalan, ingieren y absorben por la piel más sustancias medioambientales por kilo de peso que un adulto. (2)

Si a ello unimos la inmadurez de los sistemas enzimáticos y la menor capacidad para neutralizar, detoxificar y eliminar los contaminantes químicos, vemos que sus efectos adversos pueden llegar a ser más intensos y persistentes.

Favorece esta vulnerabilidad distintos aspectos vinculados a los comportamientos y hábitos de los niños a distintas edades, por ejemplo; comportamiento "Mano-Boca" hábito de "Pica", juegos en el piso, gateo, los niños exploran e investigan el ambiente que los rodea con el tacto (las manos) y el gusto (la boca).

Los niños, por su conducta natural presentan mayor espontaneidad, curiosidad y confianza hacia su entorno, con escasas nociones de riesgo, no reconociendo las agresiones ambientales y los signos de alarma que avisan a los adultos. No tienen noción del peligro, para reconocer y evitar riesgos.

Al gatear y arrastrarse por los suelos domésticos y en los espacios exteriores, están más expuestos a los potenciales contaminantes del polvo y del suelo.

Durante los dos primeros años de vida por su escasa estatura, están expuestos a respirar del suelo compuestos volátiles que son más densos y pesados que el aire y que a los adultos no les llegan. Por ejemplo cuando aplicamos un plaguicida para las mascotas de la casa en el suelo, o a las alfombras, será el niño de la casa quien esté más expuesto que los adultos. Hay trabajos que demuestran que cuando se aplica Clorpirifos (insecticida Organofosforado) en el hogar en los pisos, alfombras, para combatir parásitos de mascotas, éste producto se volatiliza y permanece a pocos centímetros del suelo, el niño que juega o gatea será el más expuesto, no así los adultos de la casa.

La tendencia a descubrir, tocar, respirar, degustar y muchas veces ingerir sustancias u objetos como tierra, pinturas, plásticos, etc., los convierte en sujetos especialmente expuestos a los contaminantes ambientales.

A medida que van creciendo van independizándose del hogar y pasan más tiempo jugando al aire libre, en la escuela, y áreas de recreación.

Es importante tener en cuenta que la pobreza aumenta la vulnerabilidad frente a determinados riesgos ambientales en la población infantil y adolescente y recordar que hay niños y adolescentes en situación de calle, recicladores de residuos, que ayudan en el trabajo a sus padres, o que tienen sus propios trabajos muchas veces expuestos a amenazas ambientales.

Como los niños tienen por delante potencialmente muchos más años de vida, que un adulto, pueden desarrollar efectos a mediano y largo plazo ante exposiciones crónicas a bajas dosis de los contaminantes ambientales, cuanto más temprana sea la exposición.

Asimismo tienen más años para expresar enfermedades desencadenadas por exposiciones ambientales en la niñez o in útero. (12) (13) (14) (16)

VULNERABILIDAD DE NIÑOS/AS – ADOLESCENTES Y MUJERES EMBARAZADAS A LA EXPOSICIÓN A PLOMO.

El plomo entre otros metales por su frecuente uso industrial y artesanal, puede afectar mujeres y hombres trabajadores alterando la capacidad reproductiva provocando alteraciones hormonales, genéticas, de los gametos y de las gónadas disminución de la libido e impotencia. (17)

La mujer embarazada es por tanto un grupo de alta vulnerabilidad frente a esta exposición ya que este metal puede ocasionar alteraciones como la hipertensión arterial que puede afectar su salud y la del feto. (17)

El pasaje de plomo a través de la placenta esta científicamente comprobado, encontrándose las mismas concentraciones de metal en sangre materna y de cordón umbilical, por lo tanto las cifras de Plombemia de la madre tienen gran correlación con la de sus hijos. (17)

La carga corporal de plomo de la madre puede provocar abortos, partos prematuros, recién nacidos con peso insuficiente e incluso con malformaciones. La exposición pre-natal a bajo niveles de Plomo (14 µgs/dL), aumenta el riesgo de parto prematuro, de bajo peso al nacer, de disminución del CI y alteraciones del comportamiento. (18)

Se ha demostrado que los niños de madres con plumbemia elevada y carga corporal alta, crecen más lento y si se alimentan solo a pecho materno ganan menor peso. (17)

El metal se excreta por la leche materna continuando su efecto nocivo en el RN y el lactante. A pesar del pasaje de este metal en la leche materna, la evidencia científica muestra que no se debe contraindicar el amamantamiento. En este sentido, es importante trabajar en medidas preventivas de disminución o cese de la exposición en mujeres en edad genital fértil y especialmente cuando planifican un embarazo.

La exposición y/o intoxicación con plomo en los niños será más grave cuanto más pequeño es, y cuanto más prolongada sea la exposición. Como ya lo señalamos anteriormente tiene características especiales que hacen que esta etapa de la vida sea más vulnerable a los efectos nocivos del metal, ya que puede dar efectos irreversibles. Dentro de los efectos irreversibles para el niño está el daño neurocognitivo con disminución del coeficiente intelectual, dificultades de aprendizaje, trastornos de conducta entre otros.

Hay que tener presente que la absorción del metal ya comienza desde la vida intrauterina y luego del nacimiento se le suma la vía de ingreso digestiva y respiratoria.

En los primeros años de vida es cuando ocurre el mayor desarrollo neuropsíquico por lo tanto en este periodo se presentan la mayor cantidad de ventanas de oportunidades del desarrollo.

En nuestro medio cobraron gran importancia los comportamientos y hábitos del niño (pica, geofagia, onicofagia) dado que las fuentes de exposición mayoritariamente fueron el suelo contaminado, pinturas con alto contenido de plomo. (Ver Cap. VIII).

La absorción de este metal en los niños es del 50 % del ingerido, mientras que en los adultos es solamente del 10 %. En relación a su peso, la proporción por kilogramo es mayor que en los adultos.

La excreción por orina y heces es menor en el niño permaneciendo más tiempo circulando en la sangre, afectando distintos parénquimas para depositarse finalmente en el tejido óseo.

Sumado a todos estos factores de vulnerabilidad tenemos que los efectos tóxicos del plomo se ven en el niño a menores niveles de plomo en sangre que en el adulto.

Frente a una exposición continua y prolongada con plumbemia mayor a 10 $\mu\text{gs/dL}$. los síntomas derivados de la acción del plomo son inespecíficos, entre los hallazgos más frecuentes que provoca se encuentran : disminución del coeficiente intelectual, trastornos de comportamiento, del aprendizaje, de la memoria, trastornos de la audición, retraso del crecimiento, trastornos del apetito, síntomas difíciles de asociar con exposiciones ambientales si no se conoce el tema.

Si la exposición persiste y va en aumento la carga corporal de plomo con plumbemias mayores a 20 $\mu\text{gs/dL}$ y menores de 45 $\mu\text{gs/dL}$, puede agregarse dolor abdominal, constipación, cefaleas, dolores musculares, disminución del apetito, anemia, trastornos de conducta.

Es bueno señalar que el primer caso clínico que motiva toda la investigación posterior de la contaminación por plomo en el barrio La Teja, fue un niño que presentaba una anemia clínica refractaria a los tratamientos habituales. Su valor de plumbemia inicial fue de 31 µgs/dL.

Con plumbemias mayores a 45 µgs/dL la sintomatología ya es clínicamente evidente, pudiendo llegar si la plumbemia va en aumento a un cuadro cerebral agudo grave que se caracteriza por cefaleas intensas, nerviosismo, temblores, depresión progresiva del estado de conciencia y convulsiones, constituyendo la llamada "encefalopatía aguda por plomo" de extrema gravedad de no mediar un tratamiento precoz y adecuado.

Muchas veces esta sintomatología se vincula a otras patologías frecuentes olvidando relacionarlos con el ambiente que rodea al niño.

Por lo dicho, el médico o quien está a cargo de la salud del niño, debe estar altamente sensibilizado con la problemática ambiental y frente a la sospecha, realizar los exámenes de laboratorio pertinentes para descartarla.

Para ello cuenta con la Historia Clínica Ambiental, herramienta fundamental para poder saber los riesgos de posibles contaminantes, las fuentes, el tipo de exposición, las actividades potencialmente contaminantes en el peri domicilio e incluso las actividades laborales de la familia y los hábitos del hogar; así como las condiciones socioeconómicas que puedan facilitar la contaminación (pisos de tierra, escasa ventilación, dificultades al acceso del agua potable, etc.).

Si se tienen presentes todos estos riesgos podremos hacer un diagnóstico precoz y adecuado e incluso prevenir la intoxicación y el daño, trabajando en la prevención, educación y promoción de buenas prácticas y cuidado de la salud y medio ambiente.

A manera de conclusión de este capítulo, hemos optado por mencionar cuales son a nuestro criterio las medidas mas importantes a tomar si queremos lograr un crecimiento y desarrollo saludable de nuestros niños.

LOS NIÑOS TIENEN DERECHO A UN AMBIENTE SALUDABLE

La protección de la salud de los niños es un componente intrínseco del desarrollo sostenible.

El estado debería asegurar la igualdad de oportunidades para todos los niños y adolescentes del país, sin exclusiones de ninguna clase.

Existe una inequidad notoria entre generaciones de acceso al bienestar social, entendiendo como tal el acceso a la salud, educación y la protección laboral.

Son las generaciones más jóvenes las más perjudicadas, existiendo mayores niveles de pobreza y exclusión en ellas. En las situaciones de crisis económica y social los más perjudicados son los niños, lo que compromete el futuro desarrollo del país. (19)

Las diferencias intergeneracionales son muy importantes porque el porcentaje de niños pobres es casi nueve veces más que la de los adultos mayores, perjudicando así el acceso al "bienestar social y al desarrollo".

No debemos olvidar que esta situación es más grave cuando tenemos en cuenta las cifras de natalidad del país, que han ido descendiendo y de mantenerse esta tendencia, estaríamos en los próximos años en peligro de reposición generacional. (19)

La presencia de un daño o la coexistencia de más de uno repercute negativamente sobre el desarrollo del niño, limitándolo en forma muy marcada entre otras cosas en su desempeño escolar, lo que conduce a la repetición, el fracaso escolar, el abandono temprano de la educación que a su vez conlleva a una menor preparación, una menor posibilidad de obtener trabajos calificados y bien remunerados, teniendo como resultado una mayor exclusión y pobreza. (19)

Entre los predictores que se relacionan más con alteraciones del desarrollo se encuentra la desnutrición y la intoxicación con metales pesados.

La desnutrición se vincula fundamentalmente con la pobreza, aunque puede a veces corresponder a otras causas como enfermedades crónicas, malformaciones etc.

La exposición a metales pesados y especialmente con plomo esta relacionada con contaminación ambiental y puede encontrarse en cualquier nivel socioeconómico, muchas veces vinculada a la actividad laboral de la zona o de la familia, pero indudablemente en condiciones económicas desfavorables se suma a otros factores que influyen negativamente sobre la salud, ensombrecen el pronóstico y el futuro de estos niños. (21) (22)

Hay estudios internacionales que demuestran que estas alteraciones del desarrollo de los niños y adolescentes de un país repercuten en el futuro de todos sus ciudadanos, encontrándose menor productividad y desarrollo de la sociedad en su conjunto, mayores índices de delincuencia y criminalidad, por lo que debe invertirse en la infancia para obtener una sociedad más justa y un mejor país para el futuro.

El interés superior de los Estados deben ser sus niños y niñas, es decir que todas las decisiones que se tomen sobre ellos deben respetar y garantizar la integralidad de todos sus derechos. Derecho a la no discriminación, para todos los niños sin distinción de sexo, raza, clase, idioma, religión etc.. Derecho a la supervivencia y desarrollo. Derecho a la vida, a la salud, a la educación. Derecho a participar y ser tenidos en cuenta, escuchados e informados.

Asegurar que los niños y adolescentes vivan en un ambiente que les permita vivir en salud y alcanzar su completo potencial de desarrollo, debe ser compromiso de todos los actores involucrados en la salud, el ambiente y la educación.

Los niños requieren del cuidado, amor y estimulación de sus familias y de la sociedad en general, dándoles el ambiente más seguro para sobrevivir y desarrollar su máximo potencial. (20) (21) (22)

BIBLIOGRAFIA

1. Ventanas de Vulnerabilidad: Exposición Infantil a Poluyentes Ambientales - Dra J. Pronczuk - Departamento Protección de la Salud Humana y del Medio Ambiente Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza - <http://www.who.int/peh/CEH> Taller: Ambiente, Salud y Desarrollo Infantil - Mayo, 2002, Montevideo, Uruguay.
2. Environ Health Perspect - Landrigan et al, 1998.
3. Comité de Salud Ambiental de la Academia Norteamericana de Pediatría "Intoxicación por Plomo: de la Detección a la Prevención Primaria" Pediatrics 1993; 92 (1): 176 -183. Publicado en español por Salud Publica de México "Indicadores y Noticias de Salud" Mayo - Junio 1995; Volumen 37 (3): 264 - 275.
4. Revista Centroeuropea de Medicina ocupacional y ambiental - Protección de los niños de la exposición química peligrosa - Vol 9 Ed. Especial 2003
5. Children in the New Millennium - Environmental Impact on Health - UNEP - UNICEF - WHO - 2002
6. Feychting M. Environment Health Perspect. 2001;109: 193-196.
7. Deborah Rice - Stan Barone Jr. Critical Periods of Vulnerability for the Developing Nervous System: Evidence from Humans and Animal Models - Environmental Health Perspectives Volume 104, Supplement 1, March 1996 - Environmental Health Perspectives Volume 108, Supplement 3, June 2000
8. NELSON W & cols, Tratado de Pediatría 15 Ed. 1997
9. Tager et al, N Engl J Med, 1983.
10. Environmental Health Perspectives, June 2001
11. Colt JS. Environment Health Perspect.1998; 106:909-925.
12. Pediatric. Environmental Health, Valencia, Spain, 2003
13. Similarities and Differences between Children and Adults W. Snodgrass, 1992.
14. Salud ambiental infantil en Argentina - Dra. Susana M. González -Subcomisión De Salud Infantil Y Ambiente Sociedad Argentina De Pediatría - Jornadas Nacionales De Salud Ambiental Infantil Argentina 2005
15. Los niños no son adultos pequeños - Módulos de Capacitación para los Profesionales de la Salud - Organización Mundial de la Salud, OMS - www.who.int/ceh
16. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) - Saturnismo Infantil - Información para promover los intereses de la infancia y adoptar medidas - 1997.
17. Pose, D. Riesgo Reproductivo por Exposición Laboral a Metales. Riesgo reproductivo 2003
18. Agency for Toxic Substance and Disease Registry (ATSDR), 1999

19. Cuadernos de la Estrategia Nacional para la Infancia y la Adolescencia (ENIA) 2010 - 2030 – Comité de coordinación estratégica de Infancia y Adolescencia) Montevideo – Uruguay – Agosto 2008
20. La convención de los derechos del niño Unicef Uruguay 2005
21. Saturnismo infantil Información para promover los intereses de la infancia y adoptar medidas PNUMA – UNICEF – Naciones Unidas, Nueva York 23 – 27 junio 1997
22. Plomo - Salud Infantil y Ambiente – Módulos de Capacitación para los Profesionales de la Salud - Organización Mundial de la Salud, OMS - www.who.int/ceh

Capítulo XI

Poblaciones Vulnerables:

Exposición Laboral a Plomo.

Dres. Laborde, de Ben, Tomasina

Introducción

El plomo es considerado desde la antigüedad uno de los más importantes contaminantes ambientales. En nuestro país la contaminación ambiental por plomo ha surgido en los últimos años como un problema de salud pública a partir del brote epidémico en el Barrio la Teja. Sin embargo, la exposición laboral a plomo se conoce desde hace décadas vinculada sobre todo a la industria metalúrgica, y en especial a la fabricación de baterías. En nuestra legislación se reconoce este riesgo de enfermedad laboral desde el año 1936. En el Cuadro1 se muestra la evolución de las medidas legislativas relativas a esta exposición.

Cuadro 1. Evolución de la normativa referente a la exposición laboral a plomo. Uruguay

1936	Saturnismo. Enfermedad profesional
1937	Decreto sobre medidas Preventivas del Saturnismo: inspección periódica, Protección personal, controles médicos periódicos
1941	Denuncia Obligatoria
1945	Periodicidad de los exámenes médicos
2004-2009	Ley N° 17774, – Normas para la Prevención y Control de la Exposición al Plomo a Nivel Ocupacional. Ordenanza MSP Vigilancia Sanitaria de Exposición a Factores de Riesgo Químico, 145/09 (Ex Ordenanza 337/04) Plombemia semestral , BEI 30ug/100ml

La exposición en el trabajo

Si bien se analiza un riesgo laboral específico, de tipo químico, como es el de exposición a plomo, es necesario tener presente en qué contexto del mundo laboral se da el mismo.

El mundo del trabajo es extremadamente complejo y heterogéneo, en él conviven los llamados riesgos “viejos” o tradicionales, con aquellos derivados de los nuevos modelos de organización laboral y de la incorporación de las nuevas tecnologías, los llamados “riesgos modernos”.ⁱ Esta situación está determinada, por los cambios ocurridos en el mundo del trabajo a saber: precarización de las relaciones laborales,

externalización de los riesgos laborales (tercerización), y debilitamiento de las funciones del Estado en cuanto a regulador de las relaciones entre el trabajador y el empleador

En este contexto se observan modelos de producción segmentada, con externalización de parte del proceso productivo realizado en pequeños talleres cuasi familiares, sin los controles ambientales correspondientes y con el riesgo adicional para el grupo familiar. En lo referente a la externalización tal como afirma el Dr. Carlos Aníbal Rodríguez, es también una externalización del riesgo. Procesos productivos penosos muy contaminantes se dan a terceros como forma de disminuir costos y o responsabilidades vinculadas a las acciones en salud y seguridad en el trabajo.ⁱⁱ

El plomo integra el grupo de los llamados tradicionales riesgos laborales y de alguna manera se ha mantenido como un riesgo, frecuentemente amplificado por las políticas de trabajo antes mencionadas.

En este entorno, se explica la presencia del plomo y la existencia de trabajadores contaminados. En algunos casos, como producto de instalaciones fabriles sin los correspondientes cuidados higiénicos (medidas de extracción localizada, disponibilidad de vestuarios y comedores) ni controles por parte de las instituciones con competencia.

En otros, la exposición ocurre, como resultado de actividades informales o de sobrevivencia, en condiciones de marginación y desempleo estructural como ocurre en la recuperación de plomo a partir de chatarra metálica o su generación en la técnica del quemado de cables para obtener cobre.

También existe en otras actividades informales, que en los últimos años han sido parcialmente controladas, se refiere a la recuperación de plomo de baterías y la fabricación de acumuladores eléctricos artesanales.

En el ambiente de trabajo, la contaminación de los trabajadores puede alcanzar niveles suficientes como para convertirse en un factor determinante de enfermedad. La variable fundamental en estos casos son las condiciones de trabajo en su globalidad y no la peligrosidad del agente en forma aislada o la susceptibilidad individual como algo abstracto. Son las condiciones de trabajo las que determinan la exposición y ésta la que determinan la carga corporal de este tóxico acumulativo.

Los principales procesos de trabajo que exponen al plomo están vinculados con el manejo de este metal en la industria y la artesanía

- Fabricación de Baterías
- Fundición primaria y secundaria (chatarra) de plomo o aleaciones que lo contienen
- Reparación de vehículos automotores
- Fabricación de esmaltes y pinturas que utilizan sales de plomo como colorante o abrillantador (prohibido por Ley 17775)
- Fabricación de plásticos que utilizan sales de plomo como aditivos
- Fabricación de cerámicas vidriadas (baldosas, pots o recipientes) con sales de plomo
- Trabajadores de la construcción que realizan demoliciones de casas con cañerías y pinturas con plomo.
- Fabricación de municiones
- Fabricación accesorios de pesca (plomada) o de armas (chumbos)
- Trabajos en vitreaux , bijouterie o pequeñas piezas metálicas

En la exposición laboral, el plomo ingresa al organismo fundamentalmente por la vía respiratoria, en actividades que implican la fundición del metal (humos y vapores) o procesos de trabajo que generan polvo respirable con plomo. El ingreso por la vía digestiva puede ocurrir cuando se descuidan las medidas de higiene tales como lavado de manos, o se ingieren alimentos en el lugar de trabajo. Es posible que las partículas de mayor tamaño sean deglutidas y también se absorban por esta vía.^{iii iv}

El nivel de exposición se relaciona con el nivel de contaminación ambiental y características del proceso de trabajo. Las tareas que implican una elevada carga física determinan una mayor frecuencia respiratoria que aumenta el riesgo de contaminación.

Antecedentes en el Uruguay

El Departamento Toxicología registraba 105 casos de exposición a plomo en adultos antes del brote epidémico de la Teja. El 75% de los casos tenían valores de plomo en sangre mayores a los internacionalmente aceptados como admisibles (30µg%.) y el 40 % provenían de la fabricación de

baterías (*Informe al Parlamento. Departamento de Toxicología (julio 2002)* El Banco de Seguros del Estado registro 11 casos de saturnismo en el bienio 93-94 y 19 casos en el bienio 95-96 ^v . No hay reportes publicados de esta fuente posteriores a 1996. Estudios de monitoreo biológico en trabajadores, realizados en la Cátedra de Toxicología de la Facultad de Química, reportan también una población de trabajadores con exposiciones importantes a este metal. ^{vi}. En un estudio descriptivo realizado en el Uruguay durante el año 2003 en una población trabajadora de una fábrica de acumuladores eléctricos (baterías), los resultados durante la actividad laboral mostraron que todos los valores de plomo en sangre superaban el nivel máximo admitido para trabajadores expuestos (30 µg/dl). ^{vii}

Formas de Presentación Clínica y Efectos Tóxicos

Los efectos tóxicos del plomo son bien conocidos, sin embargo aun quedan respuestas sobre si existen niveles de contaminación que no implican efecto sobre el organismo. La evolución del conocimiento de sus efectos ha ido estableciendo que valores de plomo en sangre cada vez mas bajos implican efectos sobre múltiples sistemas.

En la actualidad es poco frecuente encontrar casos de saturnismo (intoxicación crónica por plomo), por exposición laboral en adultos, tal como se describe en la literatura médica clásica y en otro capítulo de la presente publicación. Anemia, Ribete gingival de Burton, cólico saturnino, encefalopatía, neuropatía periférica, hiperuricemia e insuficiencia renal forman parte de la enfermedad conocida como Saturnismo. Con mayor frecuencia se observan casos que se presentan como afecciones de etiología indefinida, síntomas inespecíficos que asociados podrían considerarse "síntomas de impregnación" tales como astenia-adinamia, mialgias-artralgias y cefaleas. III y IV

En la última década, la preocupación sobre los efectos del plomo se ha centrado en la investigación del papel del plomo en enfermedades del adulto cuya etiopatogenia se considera multifactorial tales como las enfermedades cardiovasculares y el cáncer ^{viii ix x xi}

El plomo es un tóxico acumulativo, con creciente evidencia de su vinculación en la patogénesis de enfermedades crónicas. Evidencia experimental y epidemiológica sugiere que el plomo es un cancerígeno ambiental. La Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) considera que la evidencia actual permite clasificarlo como 2 A (probable cancerígeno para el hombre). Los estudios epidemiológicos realizados en trabajadores expuestos son controversiales, algunos muestran un aumento de la incidencia de todos los cánceres^{xii xiii xiv xv xvi}

Desde 1936 a la actualidad se reporta la vinculación de la exposición laboral a plomo y el desarrollo de patología cardiovascular, especialmente hipertensión arterial y sus complicaciones. La reciente aparición de técnicas para medir la carga ósea de plomo (aun en etapa de investigación) comienzan a mostrar asociación significativa entre la carga corporal de plomo y aumento de la presión sanguínea.^{xvii xviii xix}

Estudios de mortalidad reportan un aumento significativo del riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular^{xx}. La Hipertensión arterial ha sido vinculada a la exposición crónica al plomo en múltiples estudios epidemiológicos. Vigdorichick en 1935 muestra esta asociación en un estudio de 2769 trabajadores. Otros autores de la misma época como Belknap en 1936 y Teleky en 1937, afirman que esta asociación depende del tiempo de exposición^{xxi}.

En la actualidad existe consenso en que la exposición acumulativa al plomo aumenta el riesgo de Hipertensión y que el plomo óseo es mejor indicador que el nivel sanguíneo, dado que refleja la carga corporal y no la exposición reciente^{xxii}

La fisiopatología de la alteración cardiovascular se vincularía al aumento de la reactividad vascular causada por el plomo mediante el aumento de la concentración de calcio intracelular y la estimulación de la calmodulina^{xxiii}

El Sistema Nervioso se reconoce como uno de los órganos blanco mas sensibles a los efectos del plomo inorgánico, aunque la detección de estos efectos ocurre muchas veces a nivel subclínico. Las tres afecciones neurológicas vinculadas con la exposición crónica al plomo son, la encefalopatía clínica, la encefalopatía subclínica y la neuropatía periférica.

Las dos primeras son principalmente observadas en los niños, donde el plomo afecta el neurodesarrollo. La neuropatía periférica es observada sobre todo en adultos. Las características particulares de la neuropatía por plomo no han sido bien definidas. Los estudios experimentales muestran un compromiso esencialmente mielínico, mientras que las descripciones en seres humanos muestran un patrón de afección primariamente motora y una lesión primariamente axonal. Los metales tienden a causar una neuropatía con mayor compromiso motor . En el caso del plomo se considera típico el compromiso inicial mayor en MMSS . La asimetría descrita en algunos casos (pintores) se atribuyó a la lesión radial asociada por trauma acumulativo^{xxiv}

Existe extensa evidencia de los efectos del plomo sobre la reproducción. Alteraciones del esperma y aumento de la frecuencia de abortos, son las afecciones mas reportadas.

La exposición a plomo de la mujer embarazada afecta el desarrollo fetal, siendo la etapa prenatal la de mayor vulnerabilidad neurológica.^{xxv}

Correlación entre la Clínica y el Laboratorio

Los efectos de plomo sobre la salud, se relacionan fundamentalmente con la carga corporal de plomo, y no con un nivel aislado de plomo en sangre.

Este concepto es particularmente importante en adultos expuestos laboralmente, ya que la asociación de síntomas con valores de plomo en sangre, se establece teniendo en cuenta el valor y su persistencia en el tiempo (Cuadro 2).

La vida media del plomo en sangre es de 30 días y en un estado de equilibrio mas del 90% del plomo absorbido se encuentra en el hueso , por lo que la medición en sangre refleja solamente exposición reciente o recirculación del plomo acumulado , dependiendo de si la medición se obtiene durante la exposición o cesada la misma .

Los valores aislados de plomo en sangre no se correlacionan con la presencia de síntomas o signos clínicos, o ambos, ni alteraciones hematológicas o bioquímicas características de la intoxicación por plomo.

Así, la cuantificación de plomo en sangre es indicador de exposición durante el período de exposición, y tiene relativo valor como criterio diagnóstico de intoxicación cuando se tiene un valor aislado. La secuencia de valores y la reciente propuesta de cálculo de la carga corporal se consideran de mayor valor diagnóstico ^{xx xxvi}

Plomo en sangre µg %	Tiempo de permanencia de ese nivel	Efectos clínicamente detectables
80-100	Días o semanas	Síntomas Neurológicos Centrales y Periféricos Signos Gastrointestinales (cólico saturnino)
60-80	Meses	Síntomas Hematológicos (Anemia) y Renales
40-60	Años	Síntomas inespecíficos. Efectos Cardiovasculares : HTA
< de 40	Años	No detectables clínicamente. Evidencia epidemiológica de efectos reproductivos, cardiovasculares y renales

Cuadro 2.- Correlación entre Plomo en sangre y permanencia de esa concentración en el tiempo.

Los efectos tóxicos se desarrollan en un continuo desde efectos clínicos sutiles, alteraciones fisiopatológicas y bioquímicas subclínicas a efectos clínicos manifiestos. En la exposición prolongada debe tenerse en cuenta además la carga corporal de plomo representada por el plomo acumulado en hueso. La medición de plomo en hueso es una técnica en desarrollo, no disponible en nuestro país.

Vigilancia de la exposición laboral.-

El nivel de plomo en sangre (Pbs) es un indicador de exposición, por lo que su medición evalúa si las medidas de ingeniería, administrativas, de higiene personal y protección personal están disponibles y funcionan de manera adecuada.

El Pbs, expresa fundamentalmente la exposición reciente, que puede ser endógena o exógena, por lo que su interpretación es diferente, según se trate de un trabajador que está trabajando o de otro que se encuentra alejado de fuentes de exposición.

Considerando que el plomo no tiene función fisiológica, cualquier nivel encontrado en el organismo es potencialmente peligroso. Al mismo tiempo, el plomo es el contaminante global mas extendido y esto explica que en

mayor o menor medida existan niveles de plomo en poblaciones que no lo manipulan.

Los criterios para definir niveles de acción y valores límites, aceptables, o de referencia de exposición al plomo han variado históricamente y mantienen diferencias dentro de la comunidad científica. Al igual que otros valores de referencia, si bien son discutidos en base a la evidencia disponible, también resultan de una negociación política estatal o regional. Esto explica las variaciones entre países o instituciones dentro de un mismo país (Cuadro 3) y el descenso histórico de estos valores (Cuadro 4).

Cuadro 3.- Valores de referencia en diferentes regiones y organismos internacionales

		España	UE	ACGIH USA	NIOSH USA	OMS
Valores límite de exposición	Pb-sangre µ%	70	70-80	30	60	35 (hombre) 10 (mujer en edad fértil)
	Pb-aire µ/m3	150	150	50	50	

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists); NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health); OMS (Organización Mundial de la Salud), UE (Unión Europea).

Al mismo tiempo al establecer valores de referencia o limites permisibles se asume un costo en salud cuyo rango va desde la morbi mortalidad, a la alteración subclínica o funcional .

Investigaciones recientes, han mostrado la vinculación de la exposición crónica de los adultos con efectos tóxicos a valores menores a los considerados aceptables en la ultima década lo que sustenta la propuesta de descender los estándares aceptados o valores limite de referencia. Hay creciente evidencia del rol del plomo en la hipertensión, la disfunción renal y alteraciones cognitivas con concentraciones menores de < 40 µg/dl. Basado en estas evidencias se ha recomendado bajar los valores estandar o limites de referencia de la OSHA y la remoción de los trabajadores de la fuente de exposición con valores de plomo en sangre que excedan los 30 µg/dL .xxvii

El cuadro 4 muestra la variación histórica de los valores de referencia en Estados Unidos, en las últimas décadas.

	Aire $\mu\text{g} / \text{m}^3$	Sangre
Valores límites o admisibles establecidos por la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional del Gobierno de EEUU(OSHA)	1979 200	60 $\mu\text{g} \%$
	1982 100	-----
	2008 30	40 $\mu\text{g} \%$

En nuestro país se utiliza como valor de referencia o límite admisible para trabajadores expuestos el establecido por la American Conference of Governmental Industrial Hygienist, (ACGIH 2006) de 30 $\mu\text{g}\%$ de PBs y adoptada por la Ordenanza 145 /2009 de Ministerio de Salud Pública, que en la actualidad es la de mayor exigencia.

El conocimiento de la acción del plomo sobre la síntesis del Hem, acumulando sustratos de las enzimas inhibidas ha permitido desarrollar marcadores de este efecto en sangre y orina. Sin embargo la utilidad de estos indicadores de efecto es complementaria a la medición de plomo en sangre

La **protoporfirina eritrocitaria (PPE)** o zinc protoporfirina no se incluye como tamizaje por su baja sensibilidad a niveles bajos de plomo en sangre y su persistencia posterior al descenso. Su elevación tiene una latencia de aproximadamente 120 días antes de mostrar el efecto de una exposición, pero se mantiene 8 a 10 semanas por lo que aporta datos sobre niveles de plomo anteriores. Los valores son normales hasta 80 $\mu\text{g} \%$, valores entre 80 y 250 pueden observarse en trabajadores con Pbs de 40 $\mu\text{g}\%$.

El Ácido Delta- aminolevulinico urinario es un indicador de baja sensibilidad y esta prácticamente en desuso en la mayoría de los países. Aumenta mas tardíamente que el plomo en sangre y desciende rápidamente con él. Puede dar falsos positivos en pacientes con deficiencia de hierro, porfiria o alcoholismo. Es un buen indicador del plomo metabólicamente activo al igual que PPE. Cuando la exposición cesa, el Pbs desciende más rápidamente que el ALA-U. Los valores de referencia para Delta ALA urinaria considerados normales son 4.5 mg /g de creatinina y se considera un valor máximo admisible de 10mg/g de creatinina.

Consideraciones Terapéuticas.

El tratamiento médico está dirigido a la intoxicación y no a la exposición. No existe tratamiento médico de la exposición al plomo, en este caso el tratamiento se basa en medidas de ingeniería, medidas administrativas y medidas de protección individual en los lugares de trabajo.

El manejo terapéutico específico excede los objetivos de este Capítulo, abordándose los principales criterios terapéuticos.

El hecho de existir fármacos con acción quelante sobre los metales ha llevado a pensar que su administración podía jugar un rol en la prevención de la intoxicación. Esta concepción es ética y técnicamente errónea. Está expresamente contraindicado el uso de quelante con fines " preventivos".

El primer gesto terapéutico cuando se sospecha intoxicación por plomo inorgánico es el retiro del puesto de trabajo y el consejo médico dirigido a evitar el mantenimiento de la exposición a partir de fuentes de contaminación secundaria o extralaborales.

El retiro del trabajador y la decisión terapéutica resultan de la valoración individual del trabajador y no se debe tomar colectivamente.

Los criterios de decisión terapéutica se fundamentan en la antigüedad de la exposición, los valores de plomo en sangre y la presencia de síntomas y signos clínicos o subclínicos de intoxicación. El principal criterio para la decisión terapéutica es la presencia de síntomas o signos de intoxicación. El valor de Plomo en sangre es un criterio muy importante pero por si solo no indica tratamiento médico.

El Tratamiento médico consta de medidas sintomáticas y administración de fármacos quelantes que actúan aumentando la eliminación del plomo por vía urinaria . El tratamiento con quelantes reduce en forma primaria la concentración de plomo en sangre y tejidos blandos, pero no disminuye significativamente la fracción de plomo óseo, por lo que en personas con alta carga ósea de plomo, la quelación puede provocar un efecto rebote con aumento del plomo sanguíneo pos-tratamiento

La indicación de tratamiento quelante, raramente se plantea con valores de plomo en sangre menores a 70mcg%, ya que la sintomatología asociada a

valores menores implica una alta carga corporal y difícilmente se obtendrán cambios significativos administrando quelantes. Puede ser considerado cuando el trabajador presenta valores superiores a 60 µg % , de reciente aparición , con poca antigüedad en la exposición y baja carga corporal estimada , siempre que tenga indicadores de efecto alterados o síntomas sospechosos.

El tratamiento considerado mas eficaz en estos casos es la administración de Acido dimercaptosuccínico por vía oral (*Succimer o DMSA*).^{xxviii}

La mayoría de los autores consideran que con valores mayores a 80 mcg% el trabajador debe ser internado y administrarse *Dimercaprol (BAL)* y *EDTA CaNa2 en forma parenteral*.^{xxix xxx}

Los quelantes intravenosos presentan un escaso margen terapéutico, con efectos adversos que pueden ser severos aunque usualmente reversibles con la cesación terapéutica.

El efecto rebote de los valores de plomo en sangre puede ser muy pronunciado, e incluso llegar a valores mayores que los pre tratamiento, en estos casos es necesario repetir el tratamiento ^{xxxi}

La Penicilamina tiene menor eficacia y mayor cantidad de reacciones adversas por lo que su indicación no es recomendada y solo podría indicarse como alternativa de segunda línea.

Promoción de salud y prevención desde un enfoque integral de la salud laboral

El riesgo de intoxicación por plomo en trabajadores que lo manipulan en procesos industriales y artesanales tiene causas directas, como es la falta de higiene, cuidados personales, la inexistencia de mecanismos de extracción localizada, la falta de medios de protección individual adecuados, que favorecen el ingreso del plomo al organismo del trabajador.

Tratándose de un toxico acumulativo, estas causas directas tendrán efectos a corto y a largo plazo. Sin embargo, estas causas constituyen los últimos eslabones de una cadena de causalidades compleja que han permitido que dicha situación exista y se perpetúe. A manera de ejemplo, la permisibilidad por parte del estado, debilitado en su capacidad de contralor,

en el marco de políticas que privilegian la producción y las exigencias del mercado sobre la salud del trabajadores.

De esta manera, no resulta azaroso el riesgo de contaminación por plomo por parte de los trabajadores, si no que el mismo responde a causas sociales macro estructurales.

Si se piensa en políticas de prevención profundas, en relación al plomo u otros contaminantes laborales, es necesario incluir cambios estructurales del mundo del trabajo, como son: el desarrollo de políticas de trabajo decentes (de acuerdo con los lineamientos de la Organización Internacional del Trabajo), (OIT), que incluyan combate a la precariedad laboral, el informalismo y el control de las condiciones y medioambiente de trabajo.

Un elemento central para la promoción de la salud de los trabajadores es el conocimiento de los riesgos a los que están expuestos. La OIT ha planteado con claridad la participación de los trabajadores en las decisiones relativas a su salud en el trabajo mediante el Convenio 155, reglamentado en nuestro país con el Decreto 291/07.

A nivel de los lugares de trabajo, las acciones de corrección o protección deben estar dirigidas a controlar el riesgo en su fuente. Considerando la importancia de la vía respiratoria en el ingreso del plomo al organismo, se destaca la importancia de implementar medidas de ingeniería que reduzcan la emisión de este contaminante en el ambiente de trabajo, tales como, sistemas de extracción localizados y diseño de procesos cerrados. Estas medidas se complementan con el monitoreo ambiental y biológico que permite valorar si las medidas de control del riesgo implementadas resultan suficientes.

Si aún con estas medidas de protección colectiva persiste el riesgo, el uso de protección personal respiratoria, con filtros adecuados, es una medida complementaria pero nunca sustitutiva.

El plomo puede ser transportado en las ropas del trabajador, prolongar su exposición y contaminar otras personas de su familia.

La disponibilidad de ropa suficiente, vestuarios y baños apropiados, son imprescindibles para detener toda exposición al final de la jornada y evitar el traslado de la ropa de trabajo a su hogar.

En relación al beneficio preventivo de la leche que antiguamente se asoció a la protección de trabajos considerados insalubres cabe mencionar que siendo un excelente alimento, su consumo en el trabajo no aporta protección alguna, genera falsa seguridad y facilita una vía de ingreso adicional (la vía digestiva). Su indicación, no tiene sentido preventivo, más allá del balance nutricional normal. El beneficio del calcio en la reducción de la absorción del plomo en los adultos no ha sido demostrado.

Finalmente, desde una perspectiva histórica, aunque reciente, es esperable que muchos trabajadores actuales tengan una alta carga corporal de plomo y que con las más exigentes medidas de prevención persistan con niveles altos de plomo en sangre. Esto genera una mayor exigencia a los organismos aseguradores de riesgos laborales o de la seguridad social en cuanto a la contención social y económica de trabajadores que requieren ser removidos de su puesto de trabajo temporal o definitivamente.

BIBLOGRAFIA

- ⁱ Evaluación de Conflictos Ambientales. Primer Taller de Epidemiología Ambiental 30 de Junio – 4 de Julio de 2003 –MSP - OPS – Facultad de Medicina. Montevideo – Uruguay www.cepis.org.pe/bysea/fulltext/conflictos.pdf
- ⁱⁱ Rodríguez, Carlos Anibal .Globalización y externalización de riesgos. La salud de los Trabajadores : Contribuciones para una asignatura pendiente .SRT. Argentina 2005
- ⁱⁱⁱ Laborde A. de Ben S. Toxicología de los Metales .En Fogel de Korc E. Patología Toxicológica. Pgs 240-254. Oficina del Libro AEM 1992.
- ^{iv} .Ogawa M, Nakajima Y, Kubota R, Endo Y. Two cases of acute lead poisoning due to occupational exposure to lead. *Clin Toxicol (Phila)*. 2008 Apr;46(4):332-5
- ^v Banco de Seguros del Estado, Analisis de Siniestros N°13 y N° 14. 1993-94- 1995-96
- ^{vi} Pereira L, Cousillas, A, Heller T, Mañay N .Biological Monitoring of lead exposure of uruguayan workers during 1991-2001. Poster. 27th International Congress on occupational health . Foz de Iguazu. Brasil Febrero 2003.
- ^{vii} Estudio epidemiológico de una población expuesta laboralmente a plomo Dres. Amalia Laborde*, Stella de Ben., Fernando Tomasina., Raquel González-San Martín§, María Noel Tortorella§, Freddy Sponton, *Rev Med Urug* 2006; 22: 287
- ^{viii} Hu H. Aro A, Payton M, et al. The relationship of bone and blood lead hypertension. The Normative Aging Study. *JAMA*, 1996;275:1171-6.
- ^{ix} Hertz-Picciotto I, Croft J, Review of the Relation between Blood Lead and Blood Pressure *Epidem Rew* 1993; 15 (2) 352- 373.

- ^x Vander AJ: Chronic effects of lead on renin. Angiotensin system. *Environ Health Perspect* 1988;78:77-83.
- ^{xi} Weisskopf MG, Jain N, Nie H, Sparrow D, Vokonas P, Schwartz J, Hu H. A prospective study of bone lead concentration and death from all causes, cardiovascular diseases, and cancer in the Department of Veterans Affairs Normative Aging Study. *Circulation*. 2009, Sep 22;120(12):1056-64., 2009
- ^{xii} Cooper WC ,Wong O,Kheifets L. Mortality among employees of lead battery plants and lead producing plants. 1947-1980.Scand J. Work Environ Health 1985; 11:331-345
- ^{xiii} IARCDirectory of ongoing research in cancer epidemiology 1989/90.Lyon France WHO/IARC 54; Nº 100
- ^{xiv} Golabek T, Darewicz B, Borawska M, Markewicz R, Sache K, Kudeski J, *Scand J Urol Nephrol*. 2009 Aug 25;1-4. Lead concentration in the bladder tissue and blood of patients with bladder cancer.
- ^{xv} Bhatti P, Stewart PA, Hutchinson A, Rothman N, Linet MS, Inskip PD, Rajaraman P. Lead exposure, polymorphisms in genes related to oxidative stress, and risk of adult brain tumors. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2009 Jun;18(6):1841-8.
- ^{xvi} Szymańska-Chabowska A, Antonowicz-Juchniewicz J, Andrzejak R. The concentration of selected cancer markers (TPA, TPS, CYFRA 21-1, CEA) in workers occupationally exposed to arsenic (As) and some heavy metals (Pb, Cd) during a two-year observation study. *Int J Occup Med Environ Health*. 2007;20(3):229-39.
- ^{xvii} Kristensen TS Cardiovascular diseases and the world environment a critical review of the epidemiologic literature on chemical factors *Scand. J Work Environ Health* 1989;15: 245-264.
- ^{xviii} Staessen JA, Lauwerys RR ,Buchet JP. Impairment of renal function with increased blood lead concentration in general population . *JAMA* 1992, 237, 151-156.
- ^{xix} Tyroler HA: Epidemiology of hypertension as a public health problem: An overview as background for evaluation of blood lead. Blood pressure relationship. *Environ Health Perspect* 1988; 78:3-8.
- ^{xx} Steenland K,Selevan S, Landrigan P.The mortality of lead smelter workers: an update.*Am.J.Public Health* .1992; 82:1641-44
- ^{xxi} Hunter D. Enfermedades Laborales. Los metales antiguos 1985.
- ^{xxii} Cheng Y Schwartz J, sparrow D, Aro A, Weiss S, Hu H, Bone Lead and Blood Lead Levels in Relation to Baseline Blood Pressure and the Prospective Development of Hypertension. *Am J Epidemiol* 2001; 153:164-71.
- ^{xxiii} Agency of Toxic Substances and Disease registry ATSDR Lead : Tox Profiles 2002
- ^{xxiv} Laborde A. Neuropatías periféricas como forma de presentación de las intoxicaciones crónicas por sustancias de uso industrial y agrícola. En Médicci. Neuropatías Periféricas. Capítulo . 11 Pgs105- 112. Setiembre 2001OL-AEM
- ^{xxv} Bellinger D, Levinton A. Waternaux C Longitudinal analyses of prenatal and postnatal lead exposure and early cognitive development *N Eng J Med*. (1987)316:1037
- ^{xxvi} Cheng Y, Swartz J, Sparrow D. et al. Bone lead as a biological marker in epidemiologic studies of chronic toxicity: conceptual paradigms. *Environ Health Perspect*. 1998 January; 106(1): 1-8.
- ^{xxvii} Michael J. Kosnett,¹ Richard P. Wedeen,² Stephen J. Rothenberg,^{3,4} Karen L. Hipkins,⁵ Barbara L. Materna,⁶ . Recommendations for Medical Management of Adult Lead Exposure *Environ Health Perspect*. 2007 March; 115(3): 463-471.
- ^{xxviii} Bradberry S, Sheehan T, Vale A. Use of oral dimercaptosuccinic acid (succimer) in adult patients with inorganic lead poisoning. 2009 Oct;102(10):721-32. Epub 2009 Aug
- ^{xxix} Ja-Liang Lin, M.D., Dan-Tzu Lin-Tan, R.N., Kuang-Hung Hsu, Ph.D., and Chun-Chen Yu, M.D.Environmental Lead Exposure and Progression of Chronic Renal Disease in Patients without diabetes. *New Eng Jour of Med*, Vol 348:277-286, Jan 23, 2003

^{xxx}.Kalia K, Flora SJ.Strategies for safe and effective therapeutic measures for chronic arsenic and lead poisoning. J Occup Health. 2005 Jan;47(1):1-21

^{xxxi} D'souza Sunil Herman*, Menezes Geraldine , Thuppil Venkatesh
Evaluation, diagnosis, and treatment of lead poisoning in a patient with occupational lead exposure: a case presentation-.Journal of Occupational Medicine and Toxicology 2007, 2:7

Capítulo XII

Efectos a la Salud

Dres. Burger, Pose

Los efectos perjudiciales a la salud causados por el plomo ambiental de alguna manera se han ido exponiendo en capítulos anteriores de este libro, sobre todo cuando se trataron los temas de mecanismos de acción y poblaciones vulnerables.

Por lo tanto aquí trataremos de esquematizar los síntomas y signos que más frecuentemente se observan en el ser humano y que son causados por la absorción de este metal.

Hay dos situaciones clínicas totalmente diferentes si consideramos síntomas y signos.

El Plomo de origen ambiental afectará a la salud humana cuando llega a niveles de riesgo, cuando la exposición es prolongada, como ya vimos dependiendo de la edad y/o etapa de la vida en que estamos, de las condiciones generales previas del individuo afectado, y de las circunstancias de esa exposición.

El efecto agudo o la intoxicación aguda hoy es menos frecuente, no quiere decir que no la pueda haber, pero es más rara, ya que requiere de un aumento brusco de la exposición, a dosis elevadas, en tiempos cortos.

Los grupos etarios que pueden sufrir una exposición aguda actualmente, son los niños, cuando reciben una carga corporal materna desde la etapa fetal, o desde su nacimiento están en un ambiente altamente contaminado, y el trabajador expuesto.

Frente a una intoxicación aguda, aparecerán una serie de síntomas y signos descritos en la literatura desde hace muchos años, por ejemplo los clásicos síntomas y signos descritos por distintos autores, digestivos, neurológicos centrales y periféricos, hematológicos, cardiovasculares,

renales, y otros. Existen dos entidades muy conocidas por los médicos de adultos y por pediatras de acuerdo al grupo etario afectado, que se corresponden con el llamado "saturnismo" en el adulto, y la encefalopatía aguda en el niño.

Sin embargo, frente a una exposición crónica, prolongada, a bajas dosis como puede ser la ambiental o la laboral, pero sobre todo la primera, la ausencia de síntomas específicos es la norma, se trata de un cuadro pobre desde el punto de vista clínico.

Ellos son sobre todo trastornos del comportamiento, de la conducta, del rendimiento escolar, déficit en la audición e incluso en la visión, y dependiendo del grado y tipo de exposición anemia, adelgazamiento, disminución de la estatura en los niños, en los adultos proteinuria, hipertensión arterial, alteraciones del sistema nervioso periférico.

Esta situación clínica última no siempre es tan imprecisa, y según las circunstancias, los tiempos de exposición, las dosis absorbidas, las condiciones previas de salud, pueden encontrarse síntomas y signos que corresponden a una exposición aguda.

Lo que ocurre muchas veces es que mientras el individuo puede estar crónicamente expuesto, por diferentes circunstancias puede cambiar y exponerse a una sobredosis aguda, la cual entonces se manifestará clínicamente en forma evidente.

Estas consideraciones y otras que pudieran existir hacen que la exposición crónica a plomo ambiental no sea correctamente diagnosticada, debe ser conocida para buscarla, y poderla diagnosticar.

Pasaremos a describir algunos de los síntomas y signos más característicos por sistemas, con el único objetivo de sistematizarla, pero teniendo en cuenta lo antedicho.

1. Sistema Nervioso Central:

1.1. En el niño

1.1.1. En la exposición aguda, lo más importante por su gravedad es la Encefalopatía Aguda, que se traduce por cefaleas previas, entrando en pocas horas en estado estuporoso, coma y convulsiones que pueden llevar a la muerte si no se actúa rápidamente. Estos cuadros tan graves se ven en niños pequeños, se han visto en nuestro país, con valores de plumbemia por encima de 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$.

1.1.2. Sin llegar a este cuadro, y en la forma de exposición crónica es decir frente a la absorción lenta y prolongada del metal, se ven en el niño trastornos de conducta, del aprendizaje, del comportamiento y rendimiento tanto intelectual (escolar) como físico. Ya hemos visto en el capítulo correspondiente que el cociente intelectual disminuye entre 1 y 5 puntos por cada microgramo de plomo que aumenta en sangre. (5)

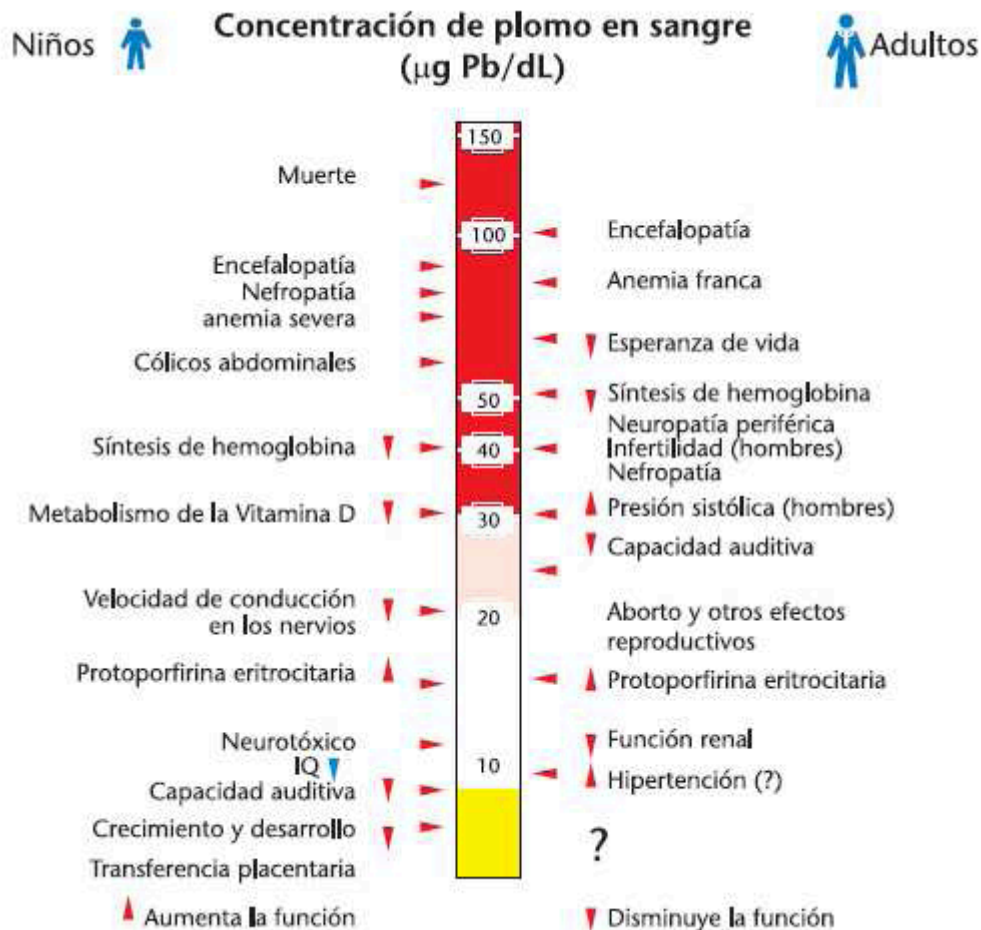
1.2. A nivel del adulto expuesto se traduce por cefaleas, pérdida de memoria, fatiga general.

2. Sistema Nervioso Periférico: polineuropatías a predominio motor, que afectan fundamentalmente miembros superiores, sobre todo a nivel del nervio radial, cubital o mediano, con caída del puño. Son cuadros de instalación lenta, y progresiva que aparecen sobre todo a nivel laboral, y muy vinculados al puesto de trabajo.

3. Gastrointestinal: Anorexia (falta de apetito), estreñimiento, dolor, que puede llegar a ser de tipo cólico conociéndose como el "cólico saturnino", intenso, que puede acompañarse de vómitos e intensa sudoración, muchas veces se confunde con cuadros abdominales de otra etiología.

Ribete de Burton, coloración oscura, violácea del borde gingival que se debe al depósito de plomo en las encías, vinculado a una exposición crónica, de larga data y a altos niveles, poco frecuente de ver hoy.

4. Hematológico: anemia, de tipo microcítico e hipocrómico, con punteado basófilo en los glóbulos rojos.
5. Cardiovascular: Si bien se relaciona la exposición crónica a Plomo con la Hipertensión arterial y se conocen algunos de los posibles mecanismos, no hay una fuerte evidencia sobre la misma, de todas formas se considera fundamental el control de este signo ante toda persona adulta expuesta (4).
6. Renal, da lugar a una nefropatía aguda por daño tubular que es reversible si cesa la exposición. La más severa es la nefropatía crónica que puede llevar al fallo renal total con extensa fibrosis intersticial, desaparición de nefronas y cuerpos intranucleares de plomo. Se traduce en el laboratorio por proteinuria importante.
7. Osteoarticular, el plomo interfiere en el mecanismo de homeostasis de la hormona paratiroidea, la calcitonina, la vitamina D y otras que actúan en el metabolismo del calcio en los huesos, esto puede llevar a una osteoporosis con riesgo de fracturas.
El plomo también se deposita en los dientes, afectando la dentina y las células de la pulpa dental.
8. Auditivo, en el caso de los niños expuestos desde el período prenatal puede aparecer diferentes alteraciones de la audición que van desde la hipoacusia a la acusia total.
9. Ginecoobstétrico, en la mujer embarazada con carga corporal importante de plomo puede ocurrir abortos espontáneos, o nacer niños de bajo peso, que a su vez se ha demostrado que crecen y se desarrollan con mayor lentitud que aquellos nacidos de madres sin carga corporal de plomo. (1) (2) (3)



Plombemia y manifestaciones clínicas. (Tomado de Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Case Studies in Environmental Medicine: Lead Toxicity. US Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2006).

BIBLIOGRAFIA

- 1) Cassaret and Doull's.-Toxicology The Basic Science of Poisons.- 7a.Edition, 2008, chapter 23, p. 943.
- 2) Fogel E. y col.- Patología Toxicológica. Of. Del Libro, Montevideo, Uruguay, Nov. 2000.-pag.242-255.
- 3) ATSDR Agency of Toxic Substances Registry, Lead: Tox. Profiles, 2002.
- 4) Moreira Ramos F. Moreira Costa J., "Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para saúde.- Rev. OPS, Vol.15, No.2, Febrero 2004.
- 5) Rogan W.J. Exposure to Lead in Children – How low is Low Enough.? New Engl.J Med. Vol 348 (16)Ap. 17, 2003, 1515-1516.

CAPITULO XIII

Medidas de Intervención en Salud y Ambiente

Dr. Pose

Una vez realizado el diagnostico de exposición ambiental a Plomo por el equipo interdisciplinario de Salud y Ambiente hay que planificar la o las intervenciones que se van a implementar, tanto desde el punto de vista de la salud como del ambiente, este conjunto de medidas de intervención quedaron plasmados en **Protocolos y Criterios de Intervención**, fueron en su momento diseñados por equipos interinstitucionales y multidisciplinarios y aprobados por la Comisión Interinstitucional de Plomo.

Los **Criterios y Protocolos de Intervención Ambiental**, permiten la evaluación de viviendas, suelo aire y agua.

Los **Criterios y Protocolos de Intervención en Salud** para niños, mujeres embarazadas y para adultos trabajadores, permiten realizar un diagnostico, seguimiento y plantear distintos niveles de intervención y/o tratamiento a la población expuesta.

La intervención mediante protocolos permite racionalizar los recursos para lograr mayor eficiencia y eficacia en la atención de esta problemática de la salud y ambiente.

En la contaminación ambiental por Plomo en La Teja se comenzó a trabajar en la siguiente forma:

En la primera consulta, realización de:

- Historia Clínica – Ambiental
- Extracción de sangre para Plumbemia

La Historia Clínica Ambiental:

Se diseña una historia clínica tipo para ser utilizada en todos los centros asistenciales con el objetivo de recabar similar información.

En ella constan los datos filiatorios del paciente, sus antecedentes personales, familiares, los datos de la vivienda, su entorno, industrias aledañas, ocupación laboral de los padres, completándose con un examen físico completo y exámenes para clínicos.

El formulario utilizado luego fue perfeccionado, tomando como ejemplo la Historia Clínica Ambiental de la Organización Mundial de la Salud, que esta disponible para su uso y puede ser adaptada a cada país y cada contexto. (Ver anexo 1 final del capítulo)

Es una herramienta fundamental para el personal de salud que actúa en una situación de conflicto ambiental e intenta realizar un diagnóstico de la problemática de salud emanada de dicho conflicto.

El análisis de los datos que recoge por si misma no es suficiente para correlacionar el efecto o los riesgos de un contaminante ambiental a la salud. Estos datos son importantes cuando se cruzan con los datos obtenidos en el estudio ambiental, y de las etapas previas de Salud.

La extracción de sangre para PLOMBEMIA, nos permite tener el nivel de Plomo en sangre en $\mu\text{g/dL}$, dato este que nos indica si el paciente está expuesto actualmente.

Los criterios para solicitar el estudio de plomo en sangre, surgen de la Historia Clínica Ambiental y la evaluación ambiental, que permite recabar datos útiles que van a determinar si:

- Procede de zona contaminada, con Plomo,
- Si existe riesgo de contaminación en el ambiente del hogar, o en el entorno inmediato, niveles de contaminación de suelo, agua o aire, superiores a los máximos aceptados internacionalmente,
- Si procede de zona con relleno de escoria metálica,
- De zona inundable con aguas posiblemente contaminadas,
- Si vive en la cercanía de industrias o talleres,
- Si existe actividad laboral con plomo fuera de la casa de algún

integrante de la familia o actividad laboral con plomo dentro del predio de la vivienda.

- Si el niño tiene hábito de pica, geofagia u onicofagia,
- Si procede de un medio socio económico cultural carenciados,
- En que tipo de vivienda habita (características de pisos, pinturas, años de construida , cañerías de agua), si el domicilio es en zonas de alto tránsito,
- Si hay antecedentes de convulsiones o muerte prematura de animales domésticos,
- Si tienen conocimiento de niños contaminados o intoxicados con plomo en la zona.

Los resultados de plumbemia se entregan a los padres contra firma y se les explica en forma personalizada la indicación de medidas preventivas.

Con el resultado de la primera plumbemia del niño se continúa el seguimiento de acuerdo al Protocolo de intervención y seguimiento que fueron realizados a partir de los protocolos recomendados por la Academia Norteamericana de Pediatría y Centro de Control de Enfermedades (CDC - Atlanta EE.UU. 1991), a los que se les incorporó la variable edad, con el objetivo de hacer un control o seguimiento mas estricto.

(Ver anexo 2 al final del capítulo)

De los datos ambientales recabados en la historia clínica, surgen desde el sector salud las coordinaciones con el equipo ambiental a los efectos de realizar la visita domiciliaria y los estudios ambientales necesarios para la toma de decisiones en cuanto a las medidas de intervención de salud y ambiente.

Medidas de Intervención Ambiental

Son de diferente carácter y responden al riesgo particular de cada situación.

Dentro de éstas la más drástica y que se considera cuando no hay otra solución posible es la reubicación, de lo contrario se realizan otro tipo de

intervenciones como ser la remediación, el cambio de cañerías de agua potable, el rasqueteado de la pintura, la limpieza de la casa y/o el predio y la derivación a sub comisión de salud ocupacional en caso de exposición laboral.

La reubicación consiste en el traslado de la familia hacia otra vivienda y se realiza en el caso de que no se pueda mitigar la exposición con otras intervenciones que permitan que la familia pueda permanecer en la vivienda actual. Esta medida de intervención, como se mencionó anteriormente, es la más drástica y significa movimientos importantes a nivel familiar, siendo de implementación más dificultosa dado los costos asociados y el desarraigo socio cultural de la familia.

Se acuerda un criterio de priorización en función de áreas con situaciones de riesgo de carácter global y de carácter particular.

Dentro de las situaciones de riesgo de carácter global se encuentran las viviendas asentadas sobre terrenos que se rellenaron con pasivos industriales o viviendas inundables que presentan contaminación por plomo y que no pueden ser remediadas por cementación superficial.

Las situaciones de riesgo de carácter particular la constituirían:

- Niños con valores de plomo que exijan tratamiento quelante si no ha sido posible disminuir su riesgo de exposición.
- Niños de 2 años y menos con valores mayores o iguales a 20 µg/dL, en cuya vivienda se hayan encontrado niveles de contaminación con plomo que no puedan ser remediados por estabilización por cementación.
- Mujeres embarazadas, con plumbemias mayores o iguales a 20 µg/dL, en cualquier edad de gestación en las zonas consideradas precedentemente de riesgo o en cuya vivienda se hayan encontrado niveles de contaminación con plomo, y que no sea posible el

procedimiento de remediación.

En el caso de indicarse la reubicación, la misma es llevada a cabo por el MVOTMA.

La remediación consiste en establecer una barrera física que impide el contacto de los niños con el suelo contaminado. Se realiza la remediación cuando no se cumplen los criterios de reubicación y los niveles de plomo en suelo son superiores a los recomendados por las guías internacionales.

La Subcomisión Evaluación de Viviendas estudia la posibilidad de realizar una remediación del área afectada, teniendo en cuenta la información ambiental y el relevamiento epidemiológico recabado. En los casos que corresponda, se resuelve mitigar la exposición al suelo contaminado mediante cementación. En casos especiales, también se considera como remediación la renovación de suelo en canteros o similares, y la cobertura con balasto de superficies. Esta medida es ejecutada por la IMM.

En caso de constatarse niveles de plomo en agua potable superiores a los recomendados por la OMS, se propone la sustitución de cañerías, medida que es ejecutada por OSE en la cañería de entrada al domicilio y por los propietarios la cañería dentro del domicilio.

En caso de constatarse niveles de plomo en pintura superiores a las guías internacionales tomadas como referencia, se propone la remoción de pinturas de paredes y muebles, así como limpieza de ambientes interiores y exteriores. Esta medida es explicada al usuario de la vivienda y queda a su cargo la ejecución.

Los casos relacionados a fuentes laborales de contaminación por plomo (quema de cables, acopio y fundición de chatarra, y manejo de baterías), se transfieren a la sub - Comisión de Salud Ocupacional, para su intervención.

Intervención en Salud

Dependen de la edad y nivel de plomo en sangre. (Ver Protocolo ANEXO 2)

La única medida de intervención que se realiza en todos los casos es la indicación de **medidas preventivas**. Esta se lleva a cabo durante la primera consulta con los padres o adultos a cargo del niño, indicando las medidas de higiene personal y ambiental del hogar, así como la importancia de la dieta a cumplir a partir de ese momento. Estas medidas son reiteradas durante la visita epidemiológica y ambiental y reforzadas en cada uno de los controles médicos sucesivos.

Las medidas de prevención a nivel del micro ambiente, están basadas fundamentalmente en higiene del hogar, higiene personal, higiene de alimentos, cambio de hábitos especialmente evitar el hábito de pica.

Estas medidas se recomiendan a todos los niños contaminados con plomo no importando el nivel de plomo en sangre que tengan.

El tratamiento nutricional consiste en: Aporte de Calcio, lácteos, y derivados que contienen cantidad de calcio suficiente. Aporte de Hierro, que se encuentre en carnes, lentejas, espinaca, membrillo.

La DIETA debe ser: Dietas con cantidades adecuadas de calcio, hierro y vitamina C. Debe ser adecuada en calorías para la edad, fraccionada por lo menos en cuatro comidas básicas ya que el vaciamiento gástrico favorece la absorción del metal, debe cuidarse la higiene de los alimentos y la higiene personal antes de ingerirlos

Otro aspecto fundamental: Control Médico

En el caso de los niños con Plombemia entre 0 y 19,9 µgs/dL, son controlados en policlínicas del primer nivel de atención pertenecientes al MSP e IMM con sus pediatras o médicos de familia tratantes, un porcentaje de estos niños optaron por ser seguidos en el Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina, evaluados por toxicólogos.

El **ingreso al segundo nivel de atención**, en la Policlínica de Control de Plomo del (Hospital Pediátrico), Centro Hospitalario Pereira Rossell, donde

los niños son controlados por un equipo multidisciplinario, esta indicado con plombemia mayor de 20 μ gr/dL.

Con plombemia igual o mayor de 45 μ gs/dL, se indica el **ingreso del paciente a un centro asistencial** ya que debe ser tratado por un equipo multidisciplinario con experiencia. Se suspende el tratamiento con hierro, se realiza extracción de sangre para plombemia y creatininemia y se recolecta orina de 24 hs para plomburia.

Según varios autores con estos valores se hace necesaria la quelación, y conjuntamente apartar al niño de la fuente de exposición.

El objetivo de iniciar un tratamiento quelante no es otro que favorecer la eliminación del plomo, con lo cual desciende la plombemia, pero a los pocos días vuelve a aumentar ya que se va a movilizar el plomo que estaba en los depósitos, ya fue explicado que el organismo siempre tiende a nivelar los valores sacando el plomo de los depósitos y volcándolo al compartimento vascular; con lo cual aumenta la plombemia, de ahí que muchas veces es necesario de acuerdo a la carga corporal de plomo de cada individuo, repetir las series de quelación.

Si se indica la quelación con DMSA (ACIDO DIMERCAPTO SUCCINICO) la dosis es de 10 mgs/kg cada 8 horas vía oral los primeros 5 días. Al 5º día: Previo al alta sanatorial toma de muestras para: plomburia, orina completa con sedimento, plombemia, funcional renal (azoemia y creatininemia), funcional hepático con enzimograma, hemograma completo con lámina, ferritina, índice de saturación de transferrina.

Se continúa el tratamiento durante 14 días en domicilio (DMSA) a dosis de 10 mgs/kg cada 12 hs vía oral.

A los 7 días de tratamiento en el domicilio, se realiza control clínico ya que pueden verse efectos adversos con el tratamiento siendo los más comunes dolores abdominales, erupción cutánea transitoria, enzimas hepáticas elevadas, y neutropenia.

A los 14 días fin de la quelación ambulatoria se solicita nuevamente Plombemia y Plomburia. En esta instancia es esperable encontrar cifras de plombemia muy por debajo del nivel inicial.

Luego se realizan los controles pediátricos cada 15 días y Plombemia cada 45 días. En los siguientes controles puede aumentar la Plombemia a niveles iniciales y se puede plantear de ser necesario una nueva serie de quelación.

Con Plombemia **igual o mayor de 69 µgs/dL**, esta indicada sin lugar a dudas, la quelación, en estos rangos estamos ante un paciente que presenta una intoxicación grave, sintomática, que debe ingresar inmediatamente a un centro de tratamiento intensivo ya que estamos ante una verdadera urgencia toxicológica. Se indica en estos casos Dimercaprol (BAL) + EDTACa2 por vía parenteral.

Entre Octubre del 2000 y Diciembre del 2001, 11 niños presentaron niveles de primera plombemia que ameritaban tratamiento quelante (Mayor o igual a 45µg/dL) de acuerdo con lo protocolos establecidos y la experiencia internacional. Tanto el CDC como múltiples estudios de la literatura internacional, recomiendan el uso de quelantes (DMSA) en niveles de plombemia iguales o superiores a 45 µg/dL., sin embargo, en el caso de La Teja, solo fue quelado un niño que requirió varias series, fue retirado de la fuente de exposición teniendo una evolución favorable.

Es de destacar que el resto de los niños con valores altos de plombemia, si bien no recibieron quelantes, fueron disminuyendo sus valores en base a las medidas de intervención ambiental llevadas a cabo y a las medidas de prevención aplicadas.

Dado que solo uno de los once niños recibió el tratamiento, no es posible sacar conclusiones, ni realizar un comparativo entre la efectividad del tratamiento quelante y los niños que descienden su nivel de plombemia sin mediar el mismo.

Documentos revisados

- Burger M, Pose D, Salvarrey A, Feola G, Informe de evaluación de la Contaminación Ambiental por Plomo y su afectación a la Salud Primer año de Trabajo de la Comisión Interinstitucional – Montevideo , Uruguay, 2002
- Exposición a Plomo en Niños: Prevención, Detección y Manejo. Pediatrics - 2005;116:1036-46
- Plomo - Salud Infantil y Ambiente - Módulos de Capacitación para los Profesionales de la Salud - Organización Mundial de la Salud, OMS - www.who.int/ceh
- La historia Ambiental - Módulos de Capacitación para los Profesionales de la Salud - Organización Mundial de la Salud, OMS - www.who.int/ceh

**DATOS SOBRE SITUACION AMBIENTAL INFANTIL - HOJA VERDE (Borrador Mayo 04)**

Nombre del paciente:		Domicilio:	Fecha:	Número de historia clínica:
Sexo:	Fecha de nacimiento:	Ámbito de vida: - Rural - Urbana - Peri-Urbana	Profesional evaluador:	
Con quién habita?:			Otros datos:	
Se encuentra en situación de trabajo?				
CONSTRUCCION: - Vivienda - Escuela o Guardería - Área de recreación - Comunidad				
ZONA GEOGRAFICA				
ALIMENTOS				
CALIDAD DE AIRE				
CALIDAD DE AGUA				
TIPO Y CALIDAD DE SUELO				
DISPOSICION DE EXCRETAS				
DISPOSICION DE BASURA				
RUIDO				
QUIMICOS				
TRANSITO				

Expresa la madre preocupación por un factor ambiental?Cuál(es)? Porqué?
Existen problemas ambientales reconocidos en el área? Cuáles?
En que trabajan la madre y/o el padre? Describa
Existe exposición a animales ponzoñosos/venenosos? Cuáles?
Hay presencia de animales domésticos? Cuáles?
Hay presencia de vectores de enfermedades? Cuáles?
Hay exposición a temperaturas extremas? Describa
Fue el niño(a) víctima de accidente de tránsito? Describa
Ha sufrido quemaduras, u otras lesiones? Cuáles?
Hubo exposición a algún incidente químico?Cuál(es)?
Hay antecedente de intoxicación química y/o alimentaria? Describa?
Observaciones (otros datos)

ANEXO 1



ABC DEL RIESGO AMBIENTAL - HOJA VERDE (Borrador Mayo 04)

	VIVIENDA	ESCUELA O GUARDERIA	AREA DE RECREACION	AMBIENTE LABORAL	COMUNIDAD
CONSTRUCCION					
A. Excelente					
B. Sólida					
C. Precaria					
ZONA GEOGRAFICA					
A. Bajo riesgo					
B. Mediano riesgo					
C. Alto riesgo					
ALIMENTOS:					
A. Adecuados					
B. Dudosos					
C. Contaminados					
AIRE:	Interior				
A. Limpio					
B. Dudoso	Exterior				
C. Contaminado					
AGUA:	Bebidas				
A. Potable					
B. Dudoso	Otros usos				
C. Contaminado					
SUELO/PISO:					
A. Limpio					
B. Dudoso					
C. Contaminado					
DISPOSICION DE EXCRETAS:					
A. Adecuada					
B. Dudosa					
C. Inadecuada					
DISPOSICION DE BASURA:					
A. Adecuada					
B. Dudosa					
C. Inadecuada					
RUIDO:					
A. Bajo					
B. Medio					
C. Alto					
EXPOSICION QUIMICA:					
A. Riesgo Bajo					
B. Riesgo Medio					
C. Riesgo Alto					
TRANSITO:					
A. Bajo					
B. Mediano					
C. Alto					

SERVICIOS DISPONIBLES:	VIVIENDA	ESCUELA	COMMUNIDAD
ELECTRICIDAD			
COMUNICACION (TELEFONO, RADIO, OTRO)			
RECOLECCION DE RESIDUOS			
DISPOSICION FINAL			
TRANSPORTE PUBLICO			
ILUMINACION PUBLICA			
CENTRO DE SALUD			
PLANTA DE TRATAMIENTO CLOACAL			
RED CLOACAL			
SUMINISTRO DE AGUA			

Comentarios:

.....

.....

.....

.....

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

2

ANEXO 1

ANEXO 2 - Protocolo de intervención y seguimiento

☐ Niños con plombemias entre 0 y 9.9 µgs/dL

0 a 14 años: Medidas de prevención, Control con pediatra tratante (*)

☐ Niños con plombemias entre 10 y 14.9 µgs/dL

0 a 6 años: Medidas de prevención, Control con pediatra tratante cada 3 meses después del primer año de vida, Control de plombemia en 6 meses

7 a 14 años: Medidas de prevención, Control con pediatra tratante en 6 meses (*)

☐ Niños con plombemias entre 15 y 19.9 µgs/dL

0 a 6 años: Medidas de prevención, Control con pediatra tratante cada 2 meses después del primer año de vida, Control de plombemia en 6 meses (*) (**)

7 a 14 años: Medidas de prevención, Control con pediatra tratante cada cuatro meses, Control de plombemia en 12 meses (*) (**)

(*) Si el pediatra tratante identifica factores de riesgo, de persistencia, o aumento de exposición al plomo, solicitará nueva plombemia antes de los plazos establecidos.

(**) Sulfato ferroso a dosis profilácticas de acuerdo a criterio del pediatra tratante.

☐ Niños con plombemias mayores a 20 µgs/dL.

Se realiza a cada niño: Historia Clínica - Ambiental:

- ☐ antecedentes prenatales – perinatales,
- ☐ valoración nutricional,
- ☐ valoración del desarrollo:
- ☐ < 6 años (Según la Guía de Evaluación del Desarrollo de Lejarraga y colaboradores)
- ☐ > 6 años (Informe de actuación escolar)
- ☐ valoración Neuropediátrica
- ☐ valoración auditiva

☐ Medidas preventivas e higiénico-dietéticas que se insisten en cada consulta.

☐ En todos los casos, se indica tratamiento con sulfato ferroso a dosis profiláctica (3 mg/kg/d) o de tratamiento, según hemograma (5 mg/kg/d).

☐ Niños con plombemias entre 20 y 44 µgs/dL

- ☐ Hemograma completo con lámina
- ☐ Ferritina - Índice de saturación de Transferrina
- ☐ Coproparasitario- Espátula adhesiva

☐ Se realiza el control para verificar respuesta terapéutica (hemograma, metabolismo de Fe) y cada 4 meses se realiza una nueva plombemia.

☐ Niños con plombemias entre 45 y 69 µgs/dL

Al procedimiento anterior, se agrega:

- ☐ Segunda plombemia (confirmatoria)
- ☐ Funcional hepático
- ☐ Examen de orina
- ☐ Fondo de ojo
- ☐ Internación: tratamiento quelante DMSA (Acido di mercapto succinico) vía oral

☐ Niños con plombemias mayores a 70 µgs/dL

- ☐ Emergencia toxicológica
- ☐ Ingreso a Cuidado Intensivo
- ☐ Tratamiento quelante (DMSA + EDTA o BAL + EDTA)

Capítulo XIV

Hacia una Salud Integral:

La sociedad civil y la Contaminación por Plomo

Dr. Renfrew

Introducción

Los análisis de los problemas ambientales y de salud desde la antropología y las ciencias sociales empiezan de la premisa de que son problemáticas complejas que abarcan dimensiones materiales, simbólicas, y políticas, y que reúnen a diversos actores, como el Estado, las ciencias y la medicina, los medios de comunicación, y los actores sociales. Tanto las epidemias como los desastres naturales, de esta manera, pueden ser entendidos como “prismas” reveladoras de procesos sociales, ambientales, y políticos variados (1, 2). Según Sylvia Noble Tesh, los problemas ambientales no tienen un sentido propio o predeterminado, sino que son entendibles a partir de conflictos y negociaciones colectivas que surgen a través de grandes debates discursivos y políticos al nivel de la sociedad (3). Estos debates casi siempre van más allá de las características puntuales de dichas enfermedades o desastres, reflejando así otros discursos e intereses aparentemente aledaños. O, como escribe David Harvey de los problemas ambientales: “Todos los argumentos ambientales-ecológicos... son argumentos sobre la sociedad y, por eso, son refracciones complejas de todo tipo de luchas libradas en otros ámbitos” (4).

Este trabajo contempla las perspectivas de los actores sociales de la “sociedad civil” en sus respuestas a la problemática del plomo en el Uruguay. Las respuestas sociales a la contaminación significan un caso ejemplar y pionero para el país, desde la creación de una fuerte movilización ambiental “de base”, a las maneras en que diversos actores sociales han forjado alianzas innovadoras para responder a una problemática que hasta poco fue considerada inédita en el medio. En la primera sección presentamos un resumen de las estrategias, propuestas y acciones de la movilización social contra el plomo, liderado por la Comisión Vivir Sin Plomo nacida en La Teja. En la segunda sección, ofrecemos algunas pistas acerca de las causas de los desentendimientos y conflictos endémicos que surgieron entre representantes de la sociedad civil y del

Estado en sus respuestas a la contaminación. Estos conflictos se manifestaron alrededor de conceptos e ideologías contrastantes acerca del carácter de lo ambiental, la relación entre el plomo y la pobreza, y la distribución y valorización del conocimiento. Concluimos con unas reflexiones sobre la urgencia de encontrar respuestas adecuadas y colectivas a esta problemática.

I. La sociedad civil se organiza

El descubrimiento en el 2000 del primer niño de La Teja contaminado por plomo, desató a una fuerte movilización barrial que llegó a reunir a diversos actores sociales, que incluían residentes de los asentamientos de la zona, residentes de sectores medios y populares, viejos luchadores sociales, sindicalistas, educadores, periodistas comunitarios, y militantes de organizaciones sociales, barriales, y municipales diversas. Se formaron asambleas populares que llegaron a convocar a cientos de personas afectadas o preocupadas por esta nueva crisis sanitaria y ambiental, utilizando a delegados elegidos por consenso para dialogar con las autoridades. Ya a principios del 2001 el tema “explotó” en los medios masivos de comunicación, a partir de alianzas periodísticas y estrategias mediáticas llevadas a cabo por los nuevos militantes anti-plomo, y resonando con la creciente fascinación del público y del periodismo con el tema. La extensa cobertura mediática alzó el perfil de la problemática, llevando a fuertes presiones a las autoridades tanto para determinar el alcance, los afectados, y las causas de la contaminación, como de encontrar respuestas suficientemente robustas para resolver el problema. El nuevo perfil público y mediático de la contaminación llevó a militantes y simpatizantes de otras zonas de Montevideo a unirse a la causa anti-plomo, y a su vez desató un proceso súbito de concientización acerca de la contaminación por plomo, que llegaría a extensos rincones de Montevideo y del país.

A partir del 2001, la incipiente movilización popular contra el plomo de La Teja se transformó en un movimiento social organizado, bautizando así la Comisión Vivir Sin Plomo (CVSP). La CVSP, con la colaboración de los

medios comunitarios El Tejano, el Puente FM, y La Cotorra FM, se dedicó a informar al barrio y a las poblaciones aledañas sobre los riesgos de la contaminación. Armaron listas de familias que requerían exámenes de plumbemia, establecieron mecanismos de reunión y de consulta, y lograron visitas al Parlamento con las Comisiones de Medio Ambiente y Salud de ambas cámaras (5, 6). Las demandas formuladas por la CVSP incluían:

- La declaración del plomo como una emergencia socio-ambiental, según el protocolo del Sistema Nacional de Emergencia
- La inspección y clausura inmediata de fábricas contaminantes
- La investigación de todas las posibles fuentes de contaminación a través del aire, el agua, y los suelos, incluyendo el plomo en pinturas, y las cañerías y conexiones de plomo del agua potable
- El cese de producción y venta de la nafta con plomo
- La remediación de suelos contaminados
- El realojo inmediato de las familias afectadas, en particular las que vivían en asentamientos irregulares altamente contaminadas por plomo
- La asistencia alimenticia a estas mismas familias, para reducir la absorción del plomo en niños
- El equipamiento de policlínicas barriales para ofrecer plumbemias de manera gratuita
- El traslado gratuito de familias desde sus barrios a la Policlínica de Contaminantes Químicos Ambientales del Hospital Pereira Rossell
- El tratamiento médico de niños contaminados desde los 10 µg/dl
- El apoyo técnico, social y psicológico a los damnificados
- El establecimiento de un sistema de monitoreo ambiental nacional para detectar los riesgos socio-ambientales
- Un estudio epidemiológico nacional de la contaminación por plomo

- El acceso público y transparente a toda la información disponible sobre el tema, y un asesoramiento independiente de las fuentes de contaminación y los afectados por la misma

La CVSP se dedicó a la capacitación de sus integrantes para trabajar en la difusión de información sobre la contaminación por plomo entre la población. La comisión se perfiló como un espacio de “organización y comunicación entre los vecinos afectados o preocupados con el tema”, y de servir como instrumento de diálogo “con los gobiernos municipal y nacional, con otros organismos y ser una voz de alerta pública cuando la situación lo exigiera” (7). Finalmente, la CVSP se comprometió a “instituirse y consolidarse como una organización social con capacidad para dar asesoramiento a los afectados por la contaminación y para canalizar la búsqueda de soluciones integrales para el mayor número posible de personas” (8). De hecho, la CVSP trabajó con ministerios, entes y organismos del estado como el MVOTMA, la IMM, las CCZs, el MSP, OSE, ANCAP, y las Fuerzas Armadas, y al mismo tiempo colaboró con técnicos, docentes y estudiantes de distintas facultades de la Universidad de la República y la Universidad Católica, y con periodistas de la prensa comunitaria, nacional, e internacional. Mantuvo además una relación estrecha con la Policlínica de Contaminantes Químicos Ambientales, con la cual trabajó en tareas de educación y prevención de la contaminación por plomo y otros riesgos socio-ambientales.

Además de propulsar la colaboración con distintos organismos del estado, la Comisión Vivir Sin Plomo funcionó como una fuerza articuladora entre diversas agrupaciones sociales “de base”. La CVSP, con el aporte de la Federación Ancap, difundió información sobre el plomo en la Rural del Prado del 2001. También en ese año, el 5 de junio la CVSP organizó su primera muestra ambiental en La Teja para celebrar el Día Mundial del Medioambiente, una tradición que llegaría a ocho eventos hasta la fecha. Estas muestras, cada vez reuniendo a más organizaciones y participantes, representan la capacidad de organización y convocatoria de la CVSP, una comisión de escasos recursos materiales e impulsado por la fuerza de

voluntad de sus integrantes. Estos eventos, las celebraciones ambientales más multitudinarias del país, reúnen a sindicatos, la prensa, facultades, organizaciones barriales, Centros Comunales, policlínicas, escuelas, merenderos, teatros, y otros organismos de la zona y de la ciudad. A través de juegos, comida, arte, teatro, charlas y talleres, centenares de niños, docentes, padres, y vecinos de la zona aprenden o expresan su aprecio por un medioambiente limpio y sano, en armonía con la habitación humana.

La CVSP por años ha trabajado en la concientización de la población sobre la amenaza del plomo, partiendo de La Teja en un circuito de charlas educativas, varias en colaboración con pediatras y toxicólogos del Hospital Pereira Rossell y Hospital de Clínicas. Las decenas de charlas se dieron lugar en escuelas, centros comunales, clubes sociales, y centros sindicales de Montevideo y ciudades del Interior. Estas charlas sirvieron tanto para educar sobre las características y los riesgos sanitarios y ambientales del plomo, como para estrechar lazos y redes de solidaridad, funcionando así como una “política didáctica” de cómo enfrentar la nueva crisis socio-ambiental desde la militancia comunitaria y de base.

Estas estrategias de concientización tomaron un perfil más amplio y público a través de los dos foros sociales organizados por la CVSP en el 2004 y 2005. Las metas de estos foros incluían educar al público sobre los riesgos socio-ambientales y las medidas de prevención, además de servir como un espacio de encuentro para reunir experiencias diversas de los actores sociales involucrados en la lucha contra el plomo, o los que vivían y experimentaban el plomo de forma directa. El primer Encuentro Social, organizado por la CVSP y la policlínica del Pereira Rossell, y con el auspicio de la Intendencia Municipal, reunió a integrantes de la CVSP, padres de hijos contaminados con plomo, trabajadores expuestos al plomo, periodistas, docentes, psicólogos, asistentes sociales, pediatras, y diputados, entre otros. El Encuentro tuvo una difusión importante en los medios de comunicación, y llegó a convocar a más de 150 personas a la IMM. El segundo encuentro, titulado el Foro “Contaminantes Químicos Ambientales en el Uruguay” se llevó a cabo otra vez en la Intendencia, y fue

organizado en conjunto con la Red-UITA y el Instituto Goethe. El segundo foro enfocó tanto en la contaminación infantil por plomo, como en la salud de los trabajadores, los que se encuentran “en primera línea de riesgo” por sus exposiciones directas al plomo, los agrotóxicos y los transgénicos. Este segundo foro también tuvo una gran concurrencia del público, y contó con la participación de técnicos e investigadores de los organismos del Estado y de la Universidad, y de especialistas de Europa y de las Américas.

Desde la primera alerta pública en 2001, los descubrimientos de contaminación por plomo se extendieron por Montevideo y el Interior, reuniendo a nuevos actores de la sociedad civil, e impulsando nuevas estrategias de militancia. Los fiscales Oscar Peri Valdez y Enrique Viana colaboraron con la causa anti-plomo, abriendo así un frente de acción judicial que complementara lo político y social. Otras agrupaciones sociales surgieron, con distintos niveles de colaboración o asesoramiento de la CVSP, para denunciar casos de contaminación y organizar respuestas colectivas. En el barrio Peñarol, trabajadores, familiares, y residentes severamente expuestos al plomo a través de una fábrica de baterías, se organizaron contra la contaminación ocupacional y ambiental. En La Teja, un grupo representando a algunas de las familias más afectadas, momentáneamente rompió con la CVSP y llevó a cabo una huelga de hambre en el 2001, demandando acciones urgentes por parte del Estado. En el Cerro, un grupo de vecinos formó el movimiento Todos Contra el Plomo, y con el aporte de la radio comunitaria La Cotorra FM, trabajó en la difusión por el barrio de la información sobre plomo, además de denunciar lo que identificaban como el ocultamiento y falta de apoyo sistemático del Estado. En Rosario, Paysandú y Canelones, distintos grupos de vecinos y trabajadores se movilizaron, a veces contra amenazas y atentados, para clausurar o remediar fábricas contaminantes y brindar apoyo a trabajadores y familias contaminadas por fábricas y talleres de alambre, baterías, y chatarra. En el 2008 y 2009, varias familias de Montevideo buscaron soluciones por la vía legal, llevando juicios en contra del Estado por negligencia y daños ocasionados por la contaminación plúmbica en sus hijos.

Por su parte, la CVSP ha continuado evolucionando como organización social. Logró un estatus jurídico como asociación civil, y en el 2005 lanzó un proyecto de construir un modelo de "Antenas" locales de detección de riesgos socio-ambientales. Sus integrantes quisieron dar un paso cualitativo, de ser proactivo en vez de defensivo ante los descubrimientos de contaminación, y de potenciar a los ciudadanos a ser tanto defensores como gestores de un ambiente digno, sano y verdaderamente "sostenible". En una carta abierta de la CVSP y la Red-UITA anunciando una "Iniciativa Ciudadana por un Espacio de Participación y Cooperación Social", escribieron:

"Hoy parece llegada la hora de animarse a instrumentar cambios, a abrir nuevos espacios a partir de una expectativa creada por la historia, por los antecedentes de quienes desde los gobiernos locales y nacionales, y desde las organizaciones sociales, pugnan por un mundo mejor, pero no sólo en las estadísticas, entre las gráficas de barras y columnas, sino sobre todo en las veredas y calles de nuestras ciudades y poblados, en las chacras y los cultivos de nuestro campo, en policlínicas, centros de salud y hospitales del Uruguay".

No sería una exageración afirmar que la contaminación por plomo marcó un "antes" y un "después" en temas ambientales y en el accionar socio-ambiental en el Uruguay. El plomo movilizó a una gran diversidad de actores, organizaciones e instituciones, y por varios años fue un tema de discusión y debate entre grandes sectores de la sociedad uruguaya. En la investigación, surgieron trabajos científicos del medio y colaboraciones internacionales dedicados al estudio de la contaminación infantil, ocupacional y ambiental. Fue además tema de estudio en varios proyectos y tesis de grado y doctorado en las ciencias sociales al nivel nacional e internacional (9, 10, 11). Alumnos de escuela y liceo dedicaron al tema poemas, proyectos de arte y de investigación, y hasta planes de remediación de suelos.¹ El plomo no solo se convirtió en una "contaminación masiva" de notoria y extensa difusión, sino que además dio lugar a un movimiento socio-ambiental inédito. Provocó reflexiones generales sobre el "tema ambiental", y logró movilizar a los "tres poderes"

¹ Docentes y alumnos de la Escuela 212 de La Teja, por ejemplo, elaboraron un proyecto de reciclaje orgánica para remediar a suelos contaminados de la zona.

(ejecutivo, legislativo, judicial) del Estado por primera vez en un tema de este tipo (12, 13). Por su parte, la CVSP se convirtió en el referente nacional para todo aquello relacionado con la contaminación por plomo y la contaminación ambiental urbana, logrando incluso un perfil internacional. Carlos Pilo, vocero y referente de la CVSP, ganó dos veces el premio ambiental de la IMM. Hubo tributos a la movilización social desde artistas y figuras públicas tan diversas como La Reina de La Teja, La Teja Pride, Eduardo Galeano, y Tabaré Vázquez.

Al mismo tiempo, los integrantes de la CVSP experimentaron amenazas, divisiones internas, y conflictos de todo tipo. Los damnificados por el plomo sufrieron, y continúan sufriendo, el estigma y discriminaciones por parte de autoridades, médicos, docentes, y sus propios vecinos. Más allá de los logros concretos y de la concientización de la sociedad uruguaya sobre el tema, la contaminación por plomo desencadenó un fuerte conflicto entre la sociedad civil y el Estado. Este conflicto se manifestó directamente cuando la CVSP renunció a las reuniones de la Comisión Interinstitucional en el 2001, denunciando el ocultamiento sistemático de información, la lentitud de respuesta, y una “falta de respeto” general por parte de las autoridades. La conflictividad se ha integrado al desarrollo de la problemática. Para entenderla, mantenemos que hay que ir más allá de los temas puntuales, y de abarcar a las grandes diferencias ideológicas, filosóficas y políticas que se manifiestan entre Estado y sociedad civil. Por ende, en la próxima sección enfocamos en tres áreas de desacuerdo o conflicto entre los sectores del estado y de la sociedad civil en relación a la contaminación por plomo: el carácter de lo “ambiental”; la relación plomo- pobreza; y la democratización del conocimiento.

II. Ambiente, Pobreza, y Conocimiento

La justicia ambiental:

Una carta de la CVSP a la Comisión de Salud del Senado en el 2001 delineaba los motivos de su lucha:

“Recalamos una vez más, nuestro interés es en salud, salud total, integral, en que se estudie el tema seriamente, sin miedos, sin

intereses particulares pensando en los más afectados: los niños, que mañana tendrán que dirigir este país, desde una fábrica, una tienda, una oficina o desde el senado. (14) [Lo que intentamos hacer es pelear por un futuro estado país, por un futuro país pueblo, educado, informado y sano: en donde todos tengan derecho a acceder a las oportunidades que la vida les presenta y puedan tener la capacidad para enfrentarla. Peleamos entonces por un país, por un futuro para nuestros hijos”.

La carta demuestra varias de las posiciones impulsadas por la CVSP a lo largo de su lucha. La lucha contra el plomo es llevada en nombre del país entero, a partir de los derechos de los niños en particular, y con la meta de que puedan desarrollarse hacia un futuro seguro y sano. Encuadrando así sus metas, la CVSP ofrece una manera de entender y de enfrentar a la contaminación que contrasta con lo que entendía ser las posiciones y prácticas oficiales. Apelando al lenguaje de derechos, la CVSP declara el acceso a un ambiente sano y a la salud plena como un derecho humano fundamental. Presenta una visión holística e integradora de la salud, ligada directamente a “otras” condiciones de vida, como por ejemplo la vivienda, el ambiente, el trabajo, la educación, o la nutrición. Contrasta, finalmente, lo que entendía eran las posiciones “pragmáticas”, puntuales, y cortoplacistas del Estado con una visión de bienestar de largo plazo, y en nombre de la sociedad entera: “Para que les demos a todos los niños la oportunidad de vivir con salud, y no solo la de sobrevivir a la contaminación” (14).

De esta manera, la CVSP hace eco con los movimientos de “justicia ambiental” a nivel mundial. El ambiente es visto por estos movimientos no como una naturaleza ajena a las condiciones de la vida humana, sino integrada a ella. Denuncian los procesos económicos y políticos que llevan a ciertos sectores de la sociedad a experimentar discriminación en el acceso a bienes y servicios, de sufrir de manera desigual o desproporcionada los riesgos y daños ambientales y sociales, y de ser excluidos de la toma de decisiones que afectan a su calidad y condiciones de vida (15, 16, 17). Definen al ambiente como un lugar, “donde vivimos, trabajamos, y jugamos”. Por consecuencia de esta visión antropocéntrica de un ambiente

arraigado a un lugar, los movimientos de justicia ambiental reclaman derechos de incidir directamente en el cuidado y gestión de sus comunidades. Luchar por la protección del ambiente, por ende, significa luchar por las condiciones de desarrollo de la vida misma; condiciones moralmente y simbólicamente “cargados” que involucran necesariamente a la vivienda, el trabajo, el barrio, la familia.

Para alcanzar y defender a su visión de la salud integral, la CVSP demandó soluciones integrales. En este sentido, se opuso a la individualización y a la “burocratización” de la enfermedad. Eso es, estaba en contra del modelo médico dominante de tratar a la enfermedad, en este caso la contaminación por plomo, como casos aislados con una relación clara entre la exposición y un cuadro clínico individual. La contaminación por plomo es una epidemia “silenciosa” de manifestaciones crónicas y “sub-clínicas”, según la CVSP, y con un alcance global y secuelas colectivas. Corresponde, entonces, a causas complejas y estructurales, necesitando soluciones profundas. Visto de esta manera, la contaminación es un problema no solo ambiental sino necesariamente social.

Los integrantes de la CVSP se autodefinen antes que nada como militantes sociales. Para buscar soluciones a un tema “ambiental” como la contaminación por plomo, entonces, hay que empezar con las condiciones de producción y de vida que traducen en una vulnerabilidad diferenciada entre ciertos sectores de la población, que tienen además menos capacidad de mitigar los impactos. Muchos han denunciado al movimiento contra el plomo como promotores de “otros” motivos e intereses, como por ejemplo el de “pescar” una vivienda nueva. Estas denuncias enfocan en acciones individuales y motivos personales, en contraste con la visión colectiva e integradora del ambiente y de la salud propuesta por el movimiento. Abarcar la problemática del plomo desde la perspectiva de la justicia social ha servido como una “fuerza articuladora” que unió y dio impulso al movimiento contra el plomo (18). Al mismo tiempo, representa a una visión contrapuesta a las políticas del Estado y de la medicina común, reflejando así a una de las fuentes principales del conflicto entre el Estado y la sociedad civil.

El plomo y la pobreza:

En el acto del primero de mayo de 2003 de la columna Cerro-Teja, Carlos Pilo dio un discurso a miles de manifestantes. Hablando de la experiencia de la contaminación en La Teja, sostuvo: "Así como niegan la salud a los pobres niegan también el derecho a la vivienda. Estamos hartos que los barrios de los más pobres sean tiraderos de basura, donde nunca se hace un camino, se asfalte una calle, o se limpie un caño". El castigo de ser pobre y de vivir en un asentamiento, continuó Pilo, "es la contaminación, la falta de sanidad, de agua".

Siguiendo los principios de la justicia ambiental, Pilo en su discurso encuadra a la pobreza y la contaminación dentro de un lenguaje de derechos, juntando el derecho a la salud con el de la vivienda, el de la infraestructura, y el de vivir en condiciones de vida dignas. Pone hincapié en el proceso general de marginación donde la contaminación ambiental es sobrepuesta a las condiciones de pobreza. Están "hartos", dice Pilo, de que los pobres sean tratados como una basura humana. Pilo teoriza así una relación entre el plomo y la pobreza contrapuesta a los discursos oficiales dominantes.

La versión oficialista de la relación entre el plomo y la pobreza (que encontraba eco entre varios sectores de la población) manejaba teorías "culturales" que identificaban a la pobreza como expresión de una cultura aparte y específica a los pobladores de los asentamientos. Se buscaban explicaciones "culturales" para dar sentido al sufrimiento de los pobres. Los pobres "se contaminan", según este razonamiento, por malos hábitos y por una falta de higiene, de educación, de valores o de una moral adecuada. Siguiendo la lógica de este discurso, la pobreza misma se convierte en la causa de la contaminación, y serían los pobres los responsables por su mala fortuna. Con una estrategia oficial de investigar e intervenir principalmente en los asentamientos irregulares y en otras zonas de gran pobreza, se reforzó la ecuación de los "dos P" (Plomo y Pobreza) y la imagen de una

contaminación causada por las acciones y negligencias de los pobres mismos.

En contraste, la CVSP y otros actores sociales intentaron demostrar que la contaminación por plomo era una epidemia que no discriminaba entre clases sociales o zonas geográficas, aunque la pobreza agudizaba sus efectos. La movilización social veía la pobreza como generador de un sufrimiento social y colectivo que producía un riesgo diferenciado entre poblaciones carenciadas. La pobreza y la exclusión social, siguiendo esta posición, aumentan la exposición a la contaminación ambiental y la vulnerabilidad a sus riesgos. La marginalidad ambiental, entonces, funciona como otra expresión de la exclusión social, a la vez que aumenta y profundiza esta misma exclusión. Visto de esta manera, la causa de la contaminación es sistémica, produciendo lo que el antropólogo Paul Farmer describe como la “violencia estructural” (20). O sea, las comunidades experimentan una “violencia” material y simbólica a causa de procesos económicos o políticos que reproducen a la desigualdad y la vulnerabilidad. Cuando uno enfoca en las “culturas” de pobreza o en los hábitos individuales, no solo no es capaz de reconocer a las causas sistémicas o estructurales de la relación plomo-pobreza, sino funciona a la vez a estigmatizar y culpabilizar a las víctimas de dicha contaminación. Cuando se trata de una población estigmatizada, es menos probable que se dediquen recursos públicos para paliar su situación.

Este análisis corresponde con la experiencia del plomo en los Estados Unidos y en Francia. El historiador Christian Warren, analizando la larga experiencia con la contaminación por plomo en Norteamérica, plantea que fue en los momentos que el plomo fue considerado una amenaza general para la sociedad que se avanzó más en materia de legislación e intervención (21). Cuando las ideas acerca de la victimización se limitaron a poblaciones específicas y estigmatizadas, como los extranjeros pobres durante la Gran Depresión de los años 30, o los negros de las grandes ciudades de la costa este durante los años 50 y 60, la intervención estatal se limitó dramáticamente. En Francia en los años 80, luego de descubrir altos niveles de contaminación plúmbica entre poblaciones urbanas de

inmigrantes africanos, las explicaciones oficiales predominantes enfocaban en las prácticas culturales “exóticas” de dichas poblaciones, incluyendo las prácticas religiosas y hasta la “hechicería” (22). Este enfoque distrajo la atención de otras posibles fuentes y causas de contaminación, y resultó en la estigmatización de las poblaciones expuestas. No fue hasta los años 90 que se comprobó que la fuente principal de contaminación era la vivienda. Los inmigrantes, por ser de los más pobres y excluidos de la sociedad francesa, vivían en apartamentos urbanos precarios con pinturas con plomo antiguas que descascaraban y se convertían en polvo que tapaban a los ambientes.

En Uruguay, como en otros países, el debate acerca de la relación entre el plomo y la pobreza es más que “académico”; tiene incidencia directa en la dirección y eficacia de las intervenciones públicas en la epidemia. En Uruguay además, con la falta de una legislación aprobada que obligue a los análisis de plumbemia entre toda la población infantil, se limita a la voluntad de cada familia de recibir dichos análisis. Con una comunidad médica que en gran parte asocia el plomo con la pobreza extrema, ha sido sumamente difícil para las familias que no residen en La Teja o que no sean pobres de recibir estos análisis (23). Como no encajan en el discurso dominante, estas familias se enfrentan a una denegación médica que termina reforzando a esa misma ecuación entre los “dos P”.

La democratización del conocimiento:

Si la primera fuente de conflicto entre la sociedad civil y el estado era acerca del carácter de lo ambiental y la noción de la “justicia”, y la segunda era sobre los parámetros socio-económicos y geográficos del riesgo, la tercera tenía que ver con la accesibilidad y la valorización del conocimiento. Desde el descubrimiento de la epidemia en el 2000-01, había desacuerdos sobre la definición y la aplicación de normas de medición, control, e intervención. La CVSP y otras voces críticas cuestionaron a los entes del Estado OSE y ANCAP por sus normas o usos del plomo. Al primero se criticaba el mantenimiento de una norma de control de calidad de agua potable que permitía hasta 50 µg/L de plomo, o un nivel cinco veces lo

recomendado por la OMS. A ANCAP se criticó el uso del tetraetilo de plomo en las naftas, recién retirado del mercado a principios del 2004. A la IMM y el MVOTMA, por tanto, la movilización social presionó para que utilizaran normas de control internacionales de suelos y aire de las más estrictas.

El conflicto quizás más importante, sin embargo, se manifestó acerca de las normas y mediciones de plomo en sangre. La movilización social criticó al MSP por su normativa de facto de intervención a partir de 20 µg/dl. Los niños menores de 15 años con plumbemias de 20 µg/dl o más fueron referidos para tratamiento en la Policlínica de Contaminantes Químicos del Hospital Pereira Rossell. Aunque la normativa vigente establecía que niños con plumbemias entre 10-19 µg/dl deberían recibir tratamiento y seguimiento en policlínicas barriales u otros centros de salud, las denuncias repetidas de la CVSP y de familias afectadas constatan que en la práctica esto fue la excepción y no la regla. En los hechos, la atención médica a los niños contaminados empezaba recién a partir de los 20 µg/dl, duplicando el umbral de intervención recomendado desde 1991 por los Centros de Control de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos. Para peor, varias autoridades y médicos defendieron directamente al umbral uruguayo, insistiendo que no existían riesgos antes de los 20 µg/dl. Voceros de la movilización social denunciaron esta práctica como discriminante y una traducción “tercermundista” de las normas internacionales vigentes.

Los integrantes de la CVSP, buscando información por Internet o asesorados por expertos nacionales e internacionales, promovieron a través de sus charlas y actividades, o por vía del periodismo solidario, información actualizada de la investigación científica internacional sobre el plomo. De esta manera pudieron “armar” al público con información para enfrentar lo que denominaban los “ocultamientos” oficiales. Junto a la Policlínica del Pereira Rossell, la CVSP presionó permanentemente para la ampliación de la intervención médica a niños con plumbemias superior a 10 µg/dl y a los adolescentes mayores de 15 años. Hicieron llamados para un apoyo y seguimiento más robusto para los afectados, además de medidas adecuadas de prevención, tomando en cuenta lo que estudios recientes

sugieran como posibles daños irreparables incluso a niveles menores de 10 µg/dl (24).

La conflictividad acerca del conocimiento se extendió al llamado para un acceso y manejo más democrático de la información. Este fue uno de los motivos principales del quiebre entre la CVSP y la Comisión Interinstitucional (CI) luego de un período temprano de colaboración. Los representantes de la “comunidad” que en un principio participaron en las reuniones de la CI, luego renunciaron su participación, citando entre otras cosas la falta de transparencia y el ocultamiento de datos e información (25, 26). Por eso una de las acciones principales del movimiento social era de crear una base de datos independiente, y de servir como asesor de individuos, familias, trabajadores, periodistas, estudiantes, profesionales, o investigadores interesados en el tema.

La disputa sobre la información encontró eco además en prácticas de largo trayecto de una comunidad médica visto por muchos ciudadanos como excesivamente jerárquica y autoritaria. Por muchos años, trabajadores de industrias insalubres habían denunciado no recibir directamente los análisis de plumbemia a que fueron sometidos. A partir de la epidemia más reciente, varias familias también denunciaron no recibir los resultados de los análisis de sus hijos, o de enfrentar el menosprecio de médicos que no le daban importancia a la salud ambiental.

Más allá de estas disputas, el llamado por una democratización del conocimiento se manifestó en un diferendo filosófico. El movimiento social siempre planteó que había que entender la contaminación por plomo como una experiencia total. Eso es, había que abarcar los contextos económicos, sociales, políticos, y ambientales que producían las condiciones que llevarían a familias y comunidades a experimentar la contaminación y sus efectos. Para demostrar la complejidad de vivir con la contaminación ambiental, la CVSP frecuentemente llevó a autoridades, periodistas, políticos o investigadores directamente a las zonas de contaminación de La Teja u otros lugares. Estos “tours de la realidad” invitarían a los de afuera a experimentar directamente la pobreza y la precariedad, los olores, las

dificultades plenas de la gente, pero también sus ideas y propuestas concretas. La experiencia del ser humano en su ambiente fue alzada a la vez como testimonio de sufrimiento y propuesta de cambio. Siguiendo el segundo Foro Social organizado por la CVSP, la Red-UITA y otras organizaciones sociales, una carta abierta subrayó el valor de la experiencia comunitaria como fuente de conocimiento, y la necesidad de incorporar democráticamente a ciudadanos y organizaciones sociales en las decisiones claves para su bienestar:

“Nuestra experiencia como organizaciones sociales nos demuestra que los/as vecinos/as y trabajadores/as, son casi siempre los mejor informados de lo que sucede en su zona y lugares de trabajo, y a veces también los más dispuestos a aportar soluciones tempranas, simples, sensatas y siempre económicamente accesibles. Por eso es que su participación activa es imprescindible. [...] La comunidad es, pues, inspiración de leyes y reglamentos, instituciones y entidades que protegen sus derechos; las organizaciones comunitarias y sociales, por tanto, deben participar en las instancias que originan normas y en el sistema que garantiza su aplicación en la práctica, en el espacio comunitario real, de carne y hueso”.

Conclusión

En este trabajo presentamos un enfoque antropológico de la contaminación por plomo en el Uruguay, desde la perspectiva de los actores sociales de la sociedad civil. Tomamos de partida que las epidemias son reveladoras de procesos sociales complejos. Ellas desatan disputas simbólicas y políticas acerca de cómo entender la enfermedad ambiental y la naturaleza de su victimización; disputas que condicionan sus posibles respuestas. En Uruguay la contaminación por plomo desató grandes debates a nivel de la sociedad, y funcionó como prisma reveladora de procesos y problemas fundamentales, desde la “cuestión ambiental” y la justicia social, la pobreza y la marginación, y los usos y el acceso a la ciencia y el conocimiento.

Primero presentamos una reseña de las prácticas, actividades, y estrategias políticas llevadas a cabo por sectores de la sociedad civil uruguaya como

respuesta a la epidemia. Luego enfocamos en tres fuentes principales de conflicto entre la sociedad civil y el Estado, todas relacionadas entre sí y de carácter ideológico o conceptual. Al identificar estas tres áreas de conflicto, quisimos marcar las raíces de los principales desacuerdos entre la sociedad civil y el Estado, pero tomando en cuenta que estos significan patrones generales y no realidades absolutas. Es importante destacar que existió siempre una heterogeneidad dentro de los campos "sociedad civil" y "Estado". Por ejemplo, había miembros del movimiento social que reproducían los discursos de pobreza aquí presentado por el Estado, o representantes del Estado que se solidarizaron con el movimiento o discutían estrategias alternativas en el seno de la Comisión Interinstitucional. La meta de este trabajo, sin embargo, era de identificar los patrones y las tendencias que se manifestaron en la problemática aquí analizada.

En resumen, la CVSP apeló a los principios de justicia ambiental para expandir el concepto de "ambiente", promoviendo un relacionamiento directo entre condiciones ambientales, y la justicia y los derechos sociales. La posición del movimiento social acerca de la relación entre el plomo y la pobreza era de fomentar la "democratización" del riesgo a través de un ampliado reconocimiento de los alcances socio-económicos y geográficos de la contaminación ambiental. El conflicto sobre la distribución y carácter del conocimiento, mientras tanto, marcó directamente los parámetros mismos de la epidemia. Implementar normas más permisibles de contaminación (de suelos, aire, agua o sangre), significaría para el Estado poder definir burocráticamente si un lugar, una persona o una comunidad estaban contaminados. El movimiento social destacó, finalmente, el "contra-conocimiento" surgido de la experiencia directa y "encarnada" de las comunidades. Planteó que el conocimiento popular debería ser valorizado junto al conocimiento científico de aval oficial.

Sobre todo, el movimiento contra el plomo buscó una visión de salud integral que incorporara la dimensión "social" y el contexto ambiental en toda su complejidad. Lucharon en contra de la "burocratización" de la enfermedad, y en contra de la jerarquía y el elitismo que dividía médicos y

pacientes, la academia y el público, y autoridades y ciudadanos. La CVSP y otras agrupaciones de la sociedad civil promovieron una visión de la enfermedad ambiental como fenómeno colectivo, estructural, y social. Trabajaron también por la prevención de la enfermedad y una visión de largo plazo de los efectos del plomo para la sociedad. En ese sentido respondían al “pragmatismo” estatal (el de limitar la intervención a los casos más graves) con un pragmatismo alternativo. Este tomaba de base los estudios científicos que sugerían los costos para la sociedad entera de una caída colectiva del cociente intelectual, del fracaso escolar, de la conducta anti-social y el aumento de la delincuencia, y de los problemas de salud en adultos mayores que fueron expuestos al plomo hasta con décadas de anterioridad. Para hacer realidad a su pragmatismo alternativo, la tarea pendiente al que se dedica el movimiento social hoy en día es de seguir dando visibilidad a este veneno silencioso; de seguir presionando para que el Estado, la prensa, la ciencia, la medicina, y el público no se olviden de los terribles costos sociales de la contaminación por plomo; y de que sirvan como modelo de organización colectiva ante los problemas ambientales ya existentes o emergentes.

BIBLIOGRAFÍA

- 1). Fortun, Kim 2001 *Advocacy after Bhopal. Environmentalism, Disaster, New Global Orders*. Chicago: The University of Chicago Press
- 2). Oliver-Smith, Anthony 2002 “Theorizing Disasters. Nature, Power, and Culture”. En *Catastrophe and Culture. The Anthropology of Disaster*. S. Hoffman and A. Oliver-Smith, eds. Pp. 23-47. Sante Fe: SAR Press.
- 3). Tesh, Sylvia Noble 2000 *Uncertain Hazards. Environmental Activists and Scientific Proof*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- 4). Harvey, David 1996 *Justice, Nature and the Geography of Difference*. Oxford, UK: Blackwell.
- 5). Amorín, Carlos 2001 *Plomo para toda la vida. La verdadera historia de una contaminación masiva*. Montevideo: Nordan Comunidad
- 6). Matos, Virginia 2001 “Contaminación por plomo: Redimensionar los problemas ambientales”. *Ambios. Cultura Ambiental* II:5-11.
- 7). “Antecedentes de la Comisión Vivir Sin Plomo”, *La Plomada*, Numero 1, Setiembre de 2005.
- 8). “Antecedentes de la Comisión Vivir Sin Plomo”, *La Plomada*, Numero 1, Setiembre de 2005.
- 9). Cáceres, Javier y Valentina Lorenzo 2009 “Casa Nueva, Vida Nueva”. Monografía. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Comunicación, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- 10). Presno, María Claudia 2006 *El plomo: una amenaza para todos. Memoria de Grado*. Universidad Católica. Montevideo, Uruguay.

- 11). Renfrew, Daniel 2007 "We are all contaminated": Lead Poisoning and Environmental Politics in Uruguay. Tesis de Doctorado. Binghamton University, State University of New York.
- 12). Amorín, C. 2001, ob cit.
- 13). Matos, V. 2001, ob cit.
- 14). Carta abierta de la Comisión Vivir Sin Plomo, 2002, anunciando el "Movimiento Nacional Por la Vida y Contra el Plomo".
- 15). Harvey, D. 1996, ob cit.
- 16). Renfrew, D. 2007 "Justicia Ambiental y Contaminación por Plomo en Uruguay". Anuario de Antropología Social y Cultural en Uruguay. Sonia Romero Gorski, Comp. y Ed. Montevideo: UNESCO y Nordan Comunidad.
- 17). Schlosberg, David 2003 "The Justice of Environmental Justice: Reconciling Equity, Recognition, and Participation in a Political Movement". En Moral and Practical Reasoning in Environmental Practice. A. Light and A. De-Shalit, eds. Cambridge, MA: MIT Press.
- 18). Cáceres y Lorenzo 2009, ob cit.
- 19). El discurso completo se encuentra a través de la siguiente página web: www.nodo50.org/fau/documentos/1.htm
- 20). Farmer, Paul 1999 Infections and Inequalities: The Modern Plagues. Berkeley: University of California Press.
- 21). Warren, Christian 2000 Brush with Death. A Social History of Lead Poisoning. Baltimore, MD: Johns Hopkins University.
- 22). Fassin, Didier, y Anne-Jeane Naudé 2004 "Plumbism Reinvented. Childhood Lead Poisoning in France, 1985-1990". American Journal of Public Health 94:1854-1863.
- 23). Ver M.C. Presno 2006 (ob cit), Capítulo 5 para una serie de testimonies de la denegación médica y de las dificultades de familias uruguayas de clase media de recibir plumbemias.
- 24). Ver por ejemplo, Canfield, R. L., D. A. Cory-Slechta, and C. Cox 2003 "Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 (mu)g per deciliter". The New England Journal of Medicine 348:1517-1526.
- 25). Amorín, C. 2001: 46, ob cit.
- 26). V. Matos 2001, ob cit.

Capítulo XV

Salud y Ambiente:

De la Detección y Prevención, a la Promoción

Dres. Ruocco – Pose

INTRODUCCIÓN

Marc Lalonde publicó, en 1974, un informe considerado un clásico de la Medicina Preventiva en uso en nuestros días, que califica los determinantes de la salud en cuatro grupos:

1. Biología humana;
2. Ambiente;
3. Estilos de vida;
4. Organización de la Atención Sanitaria

(Lalonde Marc)

En el estudio, Lalonde representó gráficamente, mediante diagrama de sectores circulares, la importancia que cada determinante tiene sobre los niveles de salud de una población, enfatizando como de mayor relevancia, **el ambiente y los estilos de vida**, características que ya en el siglo V a/C, Hipócrates señalaba al decir: “el estado de salud y bienestar de las personas es en gran parte función del medio y su modo de vida en este medio”.

Si consideramos al Ambiente, como el conjunto de condiciones físicas, químicas, biológicas, psicológicas, sociales culturales y económicas en las que vive una población y sus interacciones, entonces entendemos como todo lo externo al ser humano, puede influir en su salud.

Desde sus orígenes la Salud Pública ha identificado al ambiente como un determinante de la salud, siendo valorada su participación en el proceso salud-enfermedad con distinta jerarquía en distintos momentos históricos.

La exposición humana a los contaminantes en el aire, agua, suelo y los alimentos, ya sea en episodios agudos a altas dosis o en exposiciones crónicas a bajas dosis, es un contribuyente principal al incremento de morbilidad y mortalidad.

El efecto sobre un ecosistema de un contaminante ambiental, se manifiesta cuando la entrada del contaminante al ambiente, rebasa la capacidad de los ecosistemas para asimilarlo y/o degradarlo.

El Plomo, es un verdadero problema de SALUD PÚBLICA. Se puede PREVENIR. Hay que lograr pasar de la Detección y el Tratamiento del niño expuesto; a la PREVENCIÓN. CDC / Academia Norteamericana de Pediatría - 1991

En Uruguay, la situación creada a principios del siglo por la información de casos debidos a la contaminación ambiental por plomo en los Departamentos de Montevideo y Canelones puso en evidencia que tales factores constituyen importantes condicionantes de salud y enfermedad en individuos, grupos y colectividades.

AMBIENTE Y ESTILOS DE VIDA: DETERMINANTES DE ENFERMEDAD

La vivienda precaria y la niñez temprana evidenciaron una mayor asociación con altos niveles de plumbemia.

a.- Un ambiente inhóspito: La vivienda y su entorno

Durante las décadas de 1960 y 70 se establecen algunas industrias en el barrio "La Teja", de Montevideo, vinculadas al plomo (fundiciones, curtiembres, industrias metalúrgicas, del vidrio,) cerradas posteriormente por razones económicas u otras.

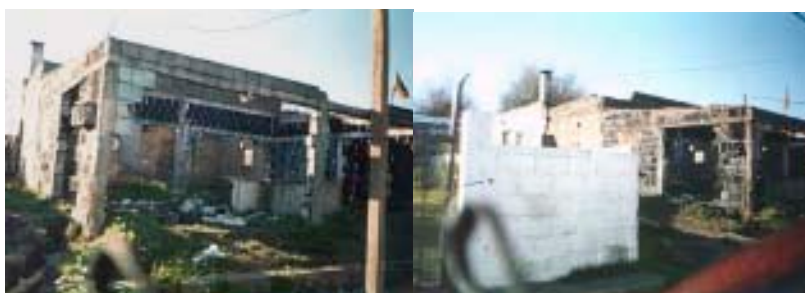
En los establecimientos abandonados se establecen familias (a partir de desempleo, bajos ingresos, escasez de vivienda, emigración de áreas rurales al cinturón de la ciudad), procurando un hogar sobre pisos de tierra contaminada con plomo, con creación de asentamientos irregulares. Son ejemplos el Asentamiento INLASA, y otros

Uno de ellos, en el predio de la ex metalúrgica INLASA, que funcionó hasta los finales de los 80, en el barrio Pueblo Victoria, albergaba un asentamiento del mismo nombre, con 75 familias. La escoria del metal fue utilizada como relleno. Los análisis de sangre de numerosos niños residentes, detectaron la presencia del metal entre 18 y 40 microgramos por decilitro de sangre.



Foto de Asentamientos en predios fabriles

Otras situaciones de riesgo detectadas tanto en Montevideo como en otras zonas del país fue la construcción de vivienda o partes de ella o del entorno inmediato con carcasas de baterías.



Vivienda construida con baterías en una zona de Montevideo

Un caso bien representativo fue el que se presento en Canelones, Lomas de Solymar donde se detecta el primer caso del Departamento, en un niño de 2 años, con altos niveles de plomo en sangre, habitante de una casa alquilada desde 1997 construida con carcasas de baterías rellenas con arena.

El agua de lluvia contaminaba aún mas el ambiente al arrastrar el plomo hacia el suelo de arena, lugar de juego del niño.



Vista del patio con muro construido de carcasas de baterías

Se destaca como otra fuente contaminante, el acopio de baterías en desuso en el domicilio o peri domicilio.



Acopio de baterías en desuso dentro de un domicilio

Otro ejemplo en Canelones, son las viviendas altamente contaminadas de un barrio ubicado detrás de una fábrica metalúrgica de cables y alambres, con extractor al exterior desde la pileta con plomo. Tanto los resultados municipales, con estudios de los efluentes líquidos de la empresa, como los de DINAMA en el ambiente de la fábrica y casas vecinas, demostraron altos índices de plomo.

Otras situaciones detectadas como riesgo ambiental fue la existencia de viviendas precarias construidas en asentamientos sobre terrenos que fueron vertederos de basura y de chatarra de las industrias de la zona durante años, y en muchos casos cercanas a fuentes de agua cañadas y arroyos también contaminados.



Vista de casas precarias en asentamientos Montevideo

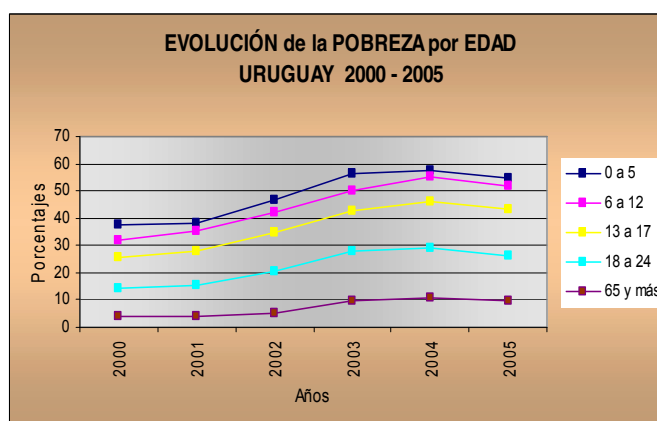


Vista de asentamiento "Cañada Victoria" Montevideo

b. La doble vulnerabilidad infantil: Biológica y Social

Unido a la vulnerabilidad que confiere la inmadurez infantil (mayor susceptibilidad, características del comportamiento y de la exposición), existe una innegable vulnerabilidad social.

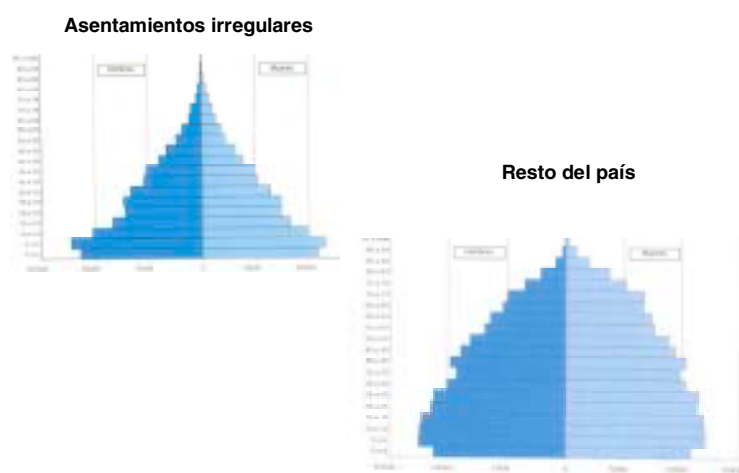
Los niños y jóvenes son las principales víctimas de la pobreza. En 1999 el porcentaje de pobres entre los niños de 0 a 5 años es seis veces mayor que el porcentaje de pobres en la población de 65 años y más (Kaztman R., Filgueira F.)



Evolución de la Pobreza por edad

A su vez, la tasa de natalidad es más elevada en los hogares indigentes. En el año 2000 los núcleos familiares más pobres de Montevideo tenían un promedio de 4.72 miembros (5.4 en el interior), en tanto que los hogares más ricos estaban formados por un promedio de 2.97 personas (2.65 en el interior) (Arregui M.)

En la publicación de UNICEF 2005, se comparan las pirámides de edades entre la población que habita en asentamientos y el resto, poniéndose de manifiesto la estructura demográfica joven de la misma.



Fuente: UNICEF (2005) Observatorio de los derechos de la infancia y la adolescencia en Uruguay



Fotos de niños en asentamientos

LOS PRIMEROS INFORMES DE PLOMBEMIA, LA REACCIÓN GUBERNAMENTAL

DE LA DETECCIÓN Y LA PREVENCIÓN

En el mes de octubre de 2000, el Ministerio de Salud Pública recibe del Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina (CIAT) la notificación del caso de un niño procedente de La Teja, barrio montevideano, con altos niveles de plomo en sangre, a partir de lo cual, inicia la investigación ambiental y familiar que evidencia la fuente de plomo en el lugar.

Comienza el relevamiento ambiental que desde el caso índice, se amplió al área cercana para lo cual se requirió la colaboración del Laboratorio de Higiene Ambiental de la Intendencia Municipal de Montevideo a fin de investigar muestras de polvo, suelo y aire.

En febrero de 2001, el CIAT notifica a las autoridades competentes, la existencia de 9 personas contaminadas, sin signos de intoxicación. Es el punto de partida en la creación de la **Comisión Inter Institucional**, en la órbita de la Dirección General de la Salud, MSP.

Se coordinan las actividades con la participación de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) para estudios ambientales de domicilios y fábricas. Se extraen muestras de techo y suelo superficial para análisis de metales en el polvo ambiental. Estas muestras se procesan en el Laboratorio de la Dirección Nacional de Tecnología Nuclear (DINATEN – Ministerio de Industria, Energía y Minería), por el método de fluorescencia de rayos X, con capacidad para determinar varios elementos químicos, simultáneamente, sin destruir las muestras.

Se extraen muestras de agua de consumo, para estudiar la posibilidad de contaminación por plomo de cañerías. Paralelamente OSE realiza controles en viviendas de la zona.

La Facultad de Química lleva a cabo la realización de los exámenes de Plomo en sangre. (Informe 28/II/2001)

Desde la **Comisión Inter- Institucional**, se decide iniciar las acciones fundamentalmente enfocadas a grupos de riesgo, menores de 15 años y mujeres embarazadas y trabajadores expuestos, para lo que se organizan diferentes sub grupos de trabajo, de carácter intersectorial, con funciones específicas: Salud y Asistencia, Ambiente y Vivienda, Salud Ocupacional, Educación para la salud y alimentación.

En el Capítulo III, se puede ampliar la información previamente sintetizada.

ORGANIZACIÓN DE LA ATENCIÓN SANITARIA: DETERMINANTE DE SALUD

Las estrategias adoptadas pueden resumirse en los tres tipos que se señalan como fundamentales en APS y que adaptados a la situación planteada, en forma concomitante o sucesiva comprenden: (Gomez Lopez A.)

A. Estrategias dirigidas al control de la exposición al plomo.

A.1. Medidas tendientes a evitar o eliminar las fuentes de exposición.

Las distintas entidades integrantes de la Comisión Inter Institucional, realizaron mediciones de las distintas matrices ambientales, agua, aire, suelo, pinturas, polvo intra domiciliario, para luego de obtenidos los resultados compararlos con los valores de referencia establecidos y realizar las recomendaciones en cada caso.

OSE, realizó el monitoreo de niveles de Plomo en la red de agua potable, en las usinas potabilizadoras y en gran cantidad de entradas a domicilios y lugares públicos, procediendo a la sustitución de las cañerías cuando se identificaran valores que superaran la norma.

Como medida preventiva, el ph del agua que sale de sus usinas potabilizadoras se mantuvo en un nivel mayor a 7 para evitar la

corrosión interna y el desprendimiento del metal. En el marco de esta problemática, se aprobó un importante fondo destinado a apoyar a las escuelas para la sustitución de tuberías internas en mal estado en todo el país (Programa CREDIMAT- con fondos del gobierno alemán a través de OSE y Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente). (Informes 6/VI/2001 y 8/VIII/01) Paralelamente, se recomendaba a la población que dejara correr el agua por la canilla durante unos minutos antes de utilizarla.

Si la cañería era de metal o Plomo, se sugería que no se utilizara para preparar alimentos, leches maternizadas o para beber, sobre todo con el grifo de agua caliente.

DINAMA e IMM, muestrearon polvo de aire y suelo en distintos locales escolares, viviendas y lugares públicos de La Teja. En el marco de estos estudios, se encontraron niveles por encima de la normativa lo que ameritó la realización de remediaciones, cementaciones, colocación de gramilla en centros educativos, plazas, viviendas particulares etc. (Informe 8/VIII/2001)

En el mismo sentido, DINAMA efectuó inspecciones a distintas fabricas y fundiciones, detectando contaminación por mala gestión de los efluentes.

Cuando se hallaron índices altos de contaminación en el predio de la fábrica o zonas linderas se realizaron las mejoras indicadas. (Informe 8/VIII/2001)

La reubicación de viviendas se consideró en aquellos casos que había que eliminar drásticamente la exposición, por el riesgo que implicaba continuar en ese lugar. (Informe, 6/VI/2001)

Básicamente se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para la reubicación:

- Familias con particular riesgo, priorizando aquellas con niños de dos años y menos, con valores de plumbemia de 20 microgramos y más.

- Niños con tratamiento quelante, que habitan en viviendas con niveles de contaminación por encima de la normativa, y que no pueden ser remediados
- El caso de riesgo de carácter global, implica el traslado de toda la población asentada sobre terrenos rellenos de plomo, inundables o que no pueden ser remediados por cementación superficial. (Ejemplos: asentamiento INLASA, Primus, Rodolfo Rincón, etc.)

El listado de las familias a realojar surge del estudio técnico interdisciplinario, de riesgo para el ambiente y la salud realizado en el marco de la Comisión Inter institucional.

El Ministerio de Vivienda aporta los recursos para la financiación de las fincas y realizará las obras de infraestructura de energía eléctrica, agua potable, etc. La Intendencia colabora con el trabajo social necesario para asistir a las familias en el proceso de reinserción en el nuevo destino.

Los predios liberados por el desalojo son destinados a la construcción de espacios públicos y se prohíbe su empleo con fines habitacionales.

El traslado mediante la reubicación a viviendas sin contaminación por el metal y con los servicios básicos, implicó sin duda un mejoramiento de la calidad de vida de estas familias y por ende de su salud.



Familias realojadas, fotos del exterior e interior de las viviendas

A.2. Medidas generales de saneamiento ambiental.

El control ambiental ha tenido por base, fundamentalmente, prevenir o corregir los disturbios, siendo la suspensión o reducción de las actividades potencialmente contaminantes el instrumento más eficiente. (Piza Texeira P F.)

La prioridad en la situación imperante, ha sido el control de las fuentes conocidas de plomo, con la intervención de las distintas entidades integrantes de la Comisión Inter Institucional.

Paralelamente, se logra la incorporación de medidas macro ambientales que fueron implementando las autoridades nacionales y municipales (leyes, decretos, reglamentos), sobre plomo en naftas, pinturas, juguetes, disposición de baterías de auto en desuso. Se introducen normativas y protocolos de diagnóstico y seguimiento, con niveles aceptables de plomo en poblaciones vulnerables y los controles a realizar. (Ver Pág. VII)

B. Estrategias dirigidas a aumentar las resistencias del individuo frente a la contaminación plúmbica.

A medida que se fue comprobando que la población con niveles de plomo alto, en general coincide con la de menores recursos económicos, se resuelve convocar al Instituto Nacional de Alimentación (INDA) a los efectos de un apoyo nutricional.

El objetivo fue también disminuir la absorción de plomo ambiental con el aporte de hierro y calcio. A tal efecto se define un plan de entrega de canasta de alimentos a las familias con niños con valores de plomo por encima de 20 microgramos por decilitro.

Paralelamente, La Gerencia de Alimentación y la Gerencia de Programas Especiales (Programa de Educación para la Salud y Departamento de Medicina Preventiva) de ANEP – CODICEN, comenzaron a visitar las escuelas de la zona de la "La Teja" en las

que se detectaban niveles de plomo elevados en suelo y/o agua, y comenzaron a brindar en los servicios de alimentación escolar, y la copa de leche, una dieta reforzada que contenía un mayor contenido de hierro y calcio como complemento de las estrategias preventivas ante la situación vivida en la zona. (Informe 8/VIII/ 2001)

Desde las sub comisiones, Salud Ocupacional, Educación y Asistencia, se realizan actividades de prevención con trabajadores formales e informales y se elaboran materiales educativos que proponen medidas de prevención y cuidados de la salud y el ambiente, con distintas alternativas de seguridad para la realización de actividades que involucren plomo.

C. Estrategias dirigidas a la Promoción de conductas que incrementan la salud

Tienen por finalidad lograr la modificación de los factores conductuales, a través de una Educación para la Salud dirigida a nivel individual, familiar, laboral y comunitario.

En los EQUIPOS DE SALUD se vió la necesidad de actualizar la temática y capacitar a sus integrantes fundamentalmente del primer nivel de atención, sobre los distintos aspectos de la contaminación ambiental por Plomo, los efectos sobre la salud y las medidas de prevención.

Se llevaron a cabo tareas docentes de capacitación en talleres realizados en el MSP en distintas Policlínicas del primer nivel de atención, dirigidos a médicos generales, pediatras y médicos de familia de las Policlínicas periféricas de MSP e IMM.

A solicitud de instituciones privadas se implementaron talleres de capacitación a personal médico y de enfermería.

En la COMUNIDAD se realizaron actividades informativas puntuales de extensión organizando Talleres de sensibilización para Inspectores y Directores del sistema educativo formal y jornadas dirigidas a

Docentes y padres de Centros de enseñanza pública y privada, INAME e INDA, en locales escolares de la zona afectada.

Se participó de encuentros informativos, organizados por instituciones barriales, Clubes deportivos, Clubes de Leones y Rotarios.

Todas estas actividades, jornadas, seminarios, talleres y otros eventos científicos y académicos estuvieron a cargo de profesionales y técnicos universitarios, de distintas disciplinas con experiencia en el tema.

En la Primera Consulta de los Niños en policlínica, los Médicos entregan los resultados de Plombemia, se analizan las medidas preventivas en cada caso en particular y explica cuál será el seguimiento de los niños.

Se les hace entrega de una cartilla informativa y educativa sobre las medidas preventivas a llevar a cabo en el hogar y alrededores para ser distribuida entre los pobladores de la zona afectada.

En las consultas sucesivas, se verifica con los adultos responsables, el cumplimiento de las medidas Preventivas, de higiene del hogar, de higiene personal y alimentaria, que se implementaron con el fin de disminuir el ingreso del metal al organismo y evitar efectos sobre la salud.

En coordinación con distintas instituciones, desde las Sub Comisiones Educación, Asistencia y Salud ocupacional, se elabora folletería referente a Medidas Preventivas, Alimentación saludable y Contaminación con plomo y Medidas preventivas a nivel laboral.

Estos materiales se trabajan con los padres, en talleres organizados en las policlínicas del Departamento de Toxicología y en la de Plomo del CHPR, planificados y coordinados por Educadores para la Salud

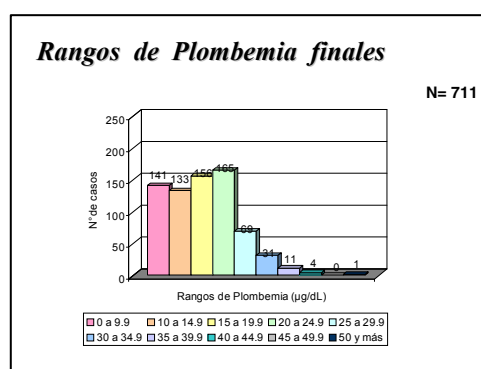
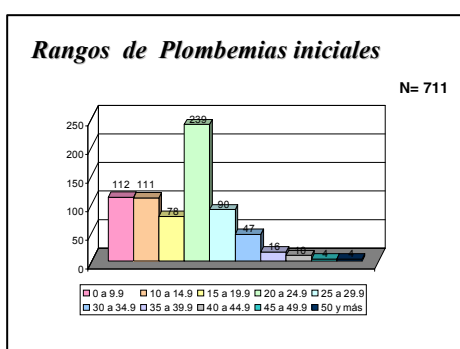
del MSP, del Programa de Educación para la Salud de ANEP-CODICEN y por Nutricionistas de INDA y ANEP – CODICEN.



Folletería elaborada para entregar a la comunidad

Evaluación de efectividad de las Medidas de intervención

Al culminar el primer año de trabajo de la Comisión interinstitucional, se evaluó lo actuado y del estudio de 711 niños que consultaron entre Octubre del 2000 y Diciembre de 2001 en el CIAT y en la Policlínica de Plomo del CHPR. A todos se les había indicado las medidas de prevención mediante las actividades detalladas, y se había realizado alguna intervención ambiental. Se pudo comparar el gráfico de la izquierda que muestra los rangos de primera plumbemia y el gráfico de la derecha que muestra la situación al cierre del estudio Noviembre de 2002.



Resumen de datos en la siguiente tabla:

Plombemias (µg/dL)	% de Población	
	Situación inicial Primera plombemia	Situación final Noviembre 2002
<9,9	16	20
10 -19,9	26,5	40,6
20 - 44,9	56,5	39,3
> 45	1	0,1

- Al analizar estos datos, vemos que existe un desplazamiento de los niveles de plumbemia hacia rangos menores que los iniciales.
- Esto demuestra el descenso de las mismas y la efectividad de las medidas de intervención implementadas.

Tal como refieren muchos autores, las medidas de intervención en el ambiente del hogar y su entorno inmediato, sumadas al cumplimiento de medidas preventivas higiénico dietéticas, son fundamentales para lograr disminuir la exposición al metal y por lo tanto daños a la salud.

La incorporación de medidas macro ambientales que fueron implementando las autoridades nacionales y municipales (leyes, decretos, reglamentos) tienen también un gran impacto en este sentido. (Ver Cáp. VII)

..... A LA PROMOCIÓN DE SALUD INTEGRAL

La Promoción de Salud, implica un conjunto de medidas y acciones orientadas a elevar el nivel de salud de la población actuando sobre los determinantes de la misma e implica también mejorar las condiciones de vida, hacer más fáciles y accesibles las opciones más saludables, crear entornos más favorables a la salud. (Campos de la Salud - de M. y Lalonde (OPS- 1996)

Es un proceso que proporciona a los individuos y las comunidades, los medios necesarios para ejercer un mayor control sobre su propia salud y así poder mejorarla.

Según, Paulo Buss- Fiocruz - Brasil, la PROMOCIÓN DE LA SALUD debe contemplar la articulación de saberes técnicos y populares, así como movilizar recursos institucionales y comunitarios, públicos y privados para el enfrentamiento y la resolución de los problemas de salud/enfermedad de las poblaciones y sus determinantes.

El paradigma con un enfoque de Salud – Ambiente debe ser un enfoque integral, interdisciplinario y multisectorial e incluir y asegurar actividades de Prevención, Promoción y Educación para la Salud, que promuevan la autogestión y favorezcan la autoestima el cuidado de si del otro y del entorno.

En este sentido es importante promover la reconversión de actividades laborales a procesos menos contaminantes, que permitan dar sustentabilidad y viabilidad a la propuesta.

Las actividades deben estar orientadas a favorecer los cambios de hábitos/costumbres, cambios de actitudes y prácticas así como a reforzar la autogestión y autoestima.

Requiere de un acompañamiento y de actividades periódicas de promoción de salud, que deberían ser reforzadas en el ámbito del hogar, educativo y de las policlínicas barriales.

Es fundamental capitalizar y socializar las experiencias y transmitir las a los miembros de la Comunidad con el fin de lograr la motivación de actores comunitarios participantes activos, comprometidos con las actividades de Promoción de Salud ya que a mediano y largo plazo serán los encargados de mantener en el tiempo estas actividades.

Queda aún mucho por hacer, mucho que concientizar, mucho por educar, única forma de lograr promover verdaderos cambios de actitudes y prácticas en la población.

Bibliografía

- Lalonde Marc- A new perspective on the health of Canadians.- Government of Canada.- Ottawa, april 1974
- Arregui Miguel- Una sociedad fracturada .-El Observador, 15 de mayo de 2004
- Kaztman Ruben , Filgueira Fernando.-Panorama de la infancia y la familia en Uruguay.- Universidad Católica IPES.- 2001
- Informe a Com. Vivienda, Territorio y Medio Ambiente -Versión taquigráfica 28/ II/ 2001.
- Informe a Com. Vivienda, Territorio y Medio Ambiente -Versión taquigráfica 8/VIII/2001
- Informe a Com.Vivienda, Teritorio y Medio Ambiente . Versión taquigráfica (6/VI/2001)
- Gomez lopez A. et al. Niveles de Atención Sanitaria : Atención Primaria de Salud.-Medicina Preventiva y Salud Pública 8ª. Ed. Salvat
- Piza Texeira PF. -Manual sobre vigilancia ambiental.- OPS.- Fundación Kellogg.-1996

CONSIDERACIONES FINALES

Ing. Quím. Gristo, Dres. Burger, y Pose.

Dada la complejidad de problemas, la variedad de fuentes de exposición, y de actores involucrados, consideramos que nuestra sociedad merece se instrumente un Plan Nacional específico con el fin de disminuir los impactos del Plomo en Salud y Ambiente.

Dado que cualquier política o plan con respecto al Plomo requeriría la asignación de recursos, desde el Gobierno y de costos para las empresas, sería deseable conocer la "línea de base" en Salud (Plomo en población general infantil, mujeres embarazadas y trabajadores expuestos) y en Ambiente (concentración de Plomo en aire, agua y suelos) para poder monitorear la eficiencia de las medidas que se implementen o sea, controlar si las medidas están logrando una disminución en la repercusión a Salud y Ambiente.

Esto sería deseable pero no indispensable para instrumentar un Plan, ya que hay un diagnóstico claro.

Dentro de las acciones prioritarias mencionamos:

1) Reglamentar la Ley 17775 (Prevención de la Contaminación por Plomo), particularmente en:

- lo que refiere a concentración máxima de Plomo en las pinturas decorativas, (pueden tomarse como ejemplo los certificados que se requieren para juguetes).
- en cuanto a suelos lo que se tome como estándar para suelo residencial, debiera contemplar su aplicación efectiva como criterios en desarrollos inmobiliarios, cooperativas de viviendas, abandono y usos de los predios industriales y sitios de disposición final de residuos.

2) Dotar a los organismos responsables de los recursos necesarios para trabajar con los operadores informales especialmente

recolectores y redes de comercio, redes de transporte y fundiciones de chatarra (incluyendo cables, baterías, materiales de obra que contengan Plomo)

3) Realizar un diagnóstico y planes de gestión de las redes de distribución y cañerías domiciliarias de agua de consumo que contengan materiales con Plomo, debiendo establecerse plazos para el recambio.

4) Realizar un diagnóstico de sustracción, comercialización y fundición de cables, con el fin de evitar que esto siga ocurriendo.

5) Comunicar y educar a la población en general sobre las fuentes de exposición que se vinculan con hábitos y actividades propias del núcleo familiar (plomadas, otros).

6) Dar el paso necesario para la definitiva regulación de la gestión de residuos industriales, que está siendo postergado al menos desde 2002 (propuesta de regulación) y ubica a Uruguay en una situación de retraso significativo en materia regulatoria ambiental en la región y en el mundo.

7) Hacer un seguimiento no solo médico, sino también ambiental coordinado de las familias realojadas y de aquellas en que se aplicaron otras medidas de intervención (remediación de suelos, recambio de pinturas, otras) con el fin de controlar que las medidas fueron efectivas y eventualmente identificar otras fuentes de exposición.

8) Realizar un acompañamiento de las familias realojadas desde el punto de vista socio – educativo, utilizando como herramienta la Educación y Promoción de salud, orientadas a favorecer cambios de hábitos/costumbres, reforzar la autogestión/autoestima, y promover la reconversión laboral.