



## VII-030 - SALUD Y AMBIENTE: PLOMO EN LA II REGIÓN - CHILE

### **Ester Esquenazi Telia<sup>(1)</sup>**

Matrona especialista en Psicopedagogía. Profesora Asistente de la Universidad de Antofagasta (Chile) donde imparte cátedra desde 1988, en este período ha realizado clases a alumnos de las carreras de Obstetricia y Puericultura, Enfermería, Medicina e Ingeniería.

### **Elizabeth Lam Esquenazi**

Ingeniero Civil en Química. Candidata a Doctor en Ciencias de la Ingeniería (Universidad de Concepción). Académica Jornada Completa y coordinadora del Área del Medio Ambiente en el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Católica del Norte (Antofagasta).

FOTOGRAFIA  
NÃO  
DISPONÍVEL

**Dirección<sup>(1)</sup>:** Santa Cecilia 1154 - Coviefi - Antofagasta - Chile. Tel.: (56) 55-355907 - Fax: (56) 55-355917 - e-mail: [elam@socompa.ucn.cl](mailto:elam@socompa.ucn.cl)

### **RESUMEN**

En 1998, la ciudad de Antofagasta, ubicada en la II región, al norte de Chile, fue declarada zona de emergencia sanitaria, debido a la presencia de acopios tóxicos de minerales provenientes de Bolivia (concentrados de plomo y otros), pasaron muchos años antes de que los habitantes de esta región se enteraran que convivían con un foco de contaminación que venía provocando grandes trastornos y alteraciones en la salud de la población, especialmente en los niños. Un problema similar se ha vivido en la ciudad de Arica (I región), producto también de los acopios de plomo almacenados en las cercanías de las zonas urbanas y que habían ingresado al país entre 1984 y 1986.

El plomo es un producto químico altamente tóxico que se acumula en el cuerpo (hígado, pulmón, encéfalo, cortical huesos largos), en la sangre, aproximadamente el 90 % del plomo se encuentra unido a los eritrocitos. El plomo sigue el camino del calcio, en lo que se refiere principalmente al depósito y su movilización del tejido óseo. Provoca un efecto nocivo en el cerebro y sistema nervioso tanto en el desarrollo del feto como en niños en etapa de crecimiento y desarrollo. Un niño que es crónicamente expuesto incluso hasta a pequeñas cantidades de plomo puede ser afectado debido al efecto acumulativo de éste. Dentro de estas afecciones deben considerarse trastornos en el comportamiento y aprendizaje (niños hiperactivos), problemas de crecimiento, problemas para oír, encefalopatía, pérdidas de peso, anorexia, irritabilidad, ribete de plomo en encías, anemia, retraso psicomotor, ataxia, papiledema, compromiso pares craneanos, convulsiones. En adultos puede ocasionar problemas reproductivos (tanto en hombres como mujeres), presión alta, problemas digestivos, trastornos nerviosos, problemas de memoria y de concentración, dolores musculares y en articulaciones, compromiso glomérulo-tubular, alteraciones espermatogénesis y menstruales.

**PALABRAS-CLAVE:** Plomo, Metales Pesados, Salud y Ambiente, Intoxicación por Plomo, Conflictos Ambientales.

### **INTRODUCCIÓN**

Las partículas constituyen una importante fuente de contaminación tanto en áreas rurales como urbanas, y en muchos casos el tipo de contaminación más importante, incluso superior a la contaminación gaseosa. Las partículas atmosféricas en general oscilan entre 0,01 y 100  $\mu\text{m}$ . Debido a su mayor tamaño, las partículas gruesas presentan un tiempo de residencia menor en la atmósfera, y cuando caen se depositan sobre edificios, suelos y cursos de agua, creando en muchos casos importantes problemas de contaminación. En días secos y ventosos, las fuentes de emisión de polvo fugitivo suelen causar una considerable contaminación debido a la deposición de partículas pesadas.

La intoxicación por plomo es una enfermedad seria la cual causa anemia y daño en el sistema nervioso central, ésta puede ocurrir cuando un niño come pintura, tierra o comida que contenga plomo o inhala aire que contenga humos de plomo.



En Antofagasta (II región), una situación que por mucho tiempo ha venido causando alarma a un vasto sector poblacional de la ciudad, es el problema generado por el acopio de concentrado de plomo en el patio norte del ferrocarril, F.C.A.B., sitio donde se desembarcaban toneladas de plomo boliviano en tránsito, país con el cual Chile suscribió un tratado que garantizaba el traslado y acopio en sus puertos de las exportaciones altiplánicas.

Desde 1990 el Servicio de Salud ha venido efectuando mediciones de plomo en las proximidades del ferrocarril Antofagasta-La Paz. En diciembre de 1992 se efectuaron exámenes de orina y sangre a 272 niños que estudiaban en colegios cercanos al patio de acopio de plomo existente en las dependencias del terminal de Ferrocarriles Antofagasta-La Paz, el estudio dio como resultado que un bajo porcentaje de niños presentaban indicadores por sobre los valores aceptados, no era una situación extrema, sin embargo el Servicio de Salud de Antofagasta advirtió que los resultados eran una señal de alarma, sugiriéndose nuevas investigaciones. Estudios proporcionados por el Servicio de Salud de Antofagasta dieron como resultado que la calidad del aire del sector era mala y que constituía un riesgo para la salud de la población. Muchos niños que habitan en las cercanías del terminal de acopio de las dependencias de Ferrocarriles Antofagasta-La Paz han sido contaminados por plomo. En Diciembre de 1997 se efectuaron exámenes a 600 niños, de los cuales más del 33 % presentaron altos índices de plomo en la sangre.

En 1999 las autoridades chilenas declararon a Antofagasta, uno de los principales puertos del país como "zona de emergencia sanitaria" debido a los problemas que han provocado los acopios de plomo en la zona, desde 1999 los acopios de plomo del puerto son acumulados fuera del radio urbano y las cargas tóxicas son almacenadas en las afueras de la ciudad en la Estación de Portezuelo.

Adicionalmente, en 1998 causa alarma en Arica, cuando niños de esa ciudad comienzan a evidenciar serios trastornos físicos, productos de los acopios de plomo almacenados en las cercanías de las zonas urbanas y que habrían ingresados al país entre 1984 y 1986.

El efecto del plomo a largo plazo no ha sido estudiado en Chile, sí en otros países. Estados Unidos es uno de los países que está en la vanguardia contra la contaminación por plomo, debido a que este metal pesado provocara numerosas intoxicaciones y muertes, donde los más afectados fueron niños menores de seis años.

La relación causa-efecto que existe entre el medio ambiente y la salud humana ha surgido muchas veces como una fuerte evidencia empírica. Es el caso de las afecciones de carácter agudo originadas por el desequilibrio, alteraciones o contaminación del medio ambiente, sin embargo, estas relaciones no siempre son evidentes en forma inmediata y existe un período de latencia, que puede llegar incluso a años.

En el presente estudio se darán a conocer los efectos provocados por el plomo a la población y normas para prevenir la contaminación de este nocivo metal, que puede afectar al niño incluso antes de nacer.

## **DESARROLLO DEL ESTUDIO**

### **METALES TÓXICOS**

Metales como el Plomo, mercurio, cadmio, níquel, vanadio, cromo, cobre, aluminio, arsénico, plata, etc., son sustancias tóxicas si se encuentran a altas concentraciones, siendo especialmente tóxicos sus iones y compuestos.

Una gran cantidad de estos elementos son micronutrientes necesarios para la vida de los seres vivos y deben ser absorbidos por las raíces de las plantas o bien formar parte de la dieta de los animales. Sin embargo, cuando por motivos naturales o bien por la acción del hombre se acumulan en los suelos, las aguas o en los seres vivos a altas concentraciones, se convierten en tóxicos peligrosos.

Es sabido por todos, que el auge industrial ha traído consigo una polución ambiental. En países más desarrollados la contaminación con el plomo procedente de los tubos de escape de los vehículos ha sido un problema de relevante importancia, aunque desde hace unos años se está corrigiendo con el uso de gasolinas sin plomo. De la misma manera, la contaminación en los alrededores de las grandes industrias metalúrgicas y siderúrgicas puede alcanzar altos niveles y desechos tan frecuentes como algunos tipos de pilas pueden dejar en el ambiente cantidades dañinas de metales tóxicos, si no son recogidas y tratadas adecuadamente.



## **PLOMO**

El plomo es un metal pesado, contaminante, se caracteriza por ser el más generalizado en la atmósfera procedente de las industrias, escapes de automóviles y como en el caso específico de Antofagasta y Arica, la existencia de patios de acopio de plomo. Es un producto químico metálico altamente tóxico, con características de acumulativo en el cuerpo con el transcurso del tiempo. Puede ser extremadamente nocivo para el cerebro y sistema nervioso en el desarrollo de fetos y niños pequeños. Un niño que es expuesto crónicamente a cantidades pequeñas de plomo puede sufrir efectos adversos en su salud debido a la acumulación a largo plazo.

El plomo se encuentra presente en la dieta y ambiente humano. Se ingieren entre 200 a 300  $\mu\text{g}/\text{día}$  sin que ello cause daño conocido. En la sangre se han encontrado entre 10 y 35  $\mu\text{g}$  por 100 ml. en poblaciones sanas. Las concentraciones sanguíneas aparecen más elevadas en hombres que en mujeres, en áreas urbanas que en las rurales.

Existen estudios indicativos que la exposición crónica en los niños incluso a dosis muy pequeñas de plomo puede originar trastornos de aprendizaje, comportamiento y crecimiento disminuido.

El plomo emitido por los automóviles es asociado con partículas respirables, de diámetros del orden de un micrómetro e incluso menores, las que alcanzan con mayor facilidad la sección inferior del pulmón, los alveolos, donde el plomo se encuentra disponible para el intercambio dentro de la corriente sanguínea. Antecedentes teóricos y experimentales revelan que al menos el 20 % del plomo inhalado puede ser absorbido.

## **PROCEDENCIA DEL PLOMO**

El plomo se encuentra en forma natural en la corteza terrestre de un modo relativamente abundante, en un promedio de 16 mg/kg. Fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre, a partir de la galena ( $\text{PbS}$ ), la cerusita ( $\text{PbCO}_3$ ) y de la anglesita ( $\text{PbSO}_4$ ). El metal se produce primariamente por fundición del mineral.

La tendencia al incremento en la producción y el consumo de plomo en América Latina ha aumentado el riesgo de exposición y de daños en la salud de la población. Así como el plomo, otros elementos químicos se encuentran repartidos en pequeñas cantidades por todas partes. Estos elementos que son potencialmente tóxicos, pueden dañar a los seres vivos a concentraciones tan ínfimas como 1 ppm. Además de ser elementos que se encuentran en la composición normal de rocas y minerales, pueden ser especialmente abundantes como producto de erupciones volcánicas, o por fuentes termales de agua. Ciertos compuestos de estos metales pueden sufrir acumulación en la cadena trófica, lo que origina que a pesar de encontrarse a muy pequeñas concentraciones en el ambiente, pueden llegar a concentrarse en plantas o animales, hasta dañar la salud.

La actividad humana en relación al plomo ha conducido a través del tiempo a crecientes descargas de plomo hacia los diferentes componentes ambientales, aumentando y diversificando paralela y progresivamente las condiciones de exposición a niveles cada vez más altos de este metal en el ambiente.

El plomo bajo las formas de diversos compuestos, es utilizado en numerosos tipos de industrias y actividades, por ejemplo las industrias de baterías, pigmentos para pinturas, alfarería, cables y productos químicos, además como tetra-alquilo de plomo, es utilizado extensamente como antidetonante en la gasolina.

Respecto a la contaminación artificial, se han utilizado algunos pesticidas inorgánicos como arseniatos de plomo y calcio, sulfato de cromo, etc., de alta toxicidad. A pesar de que ya no se utilizan en la actividad agrícola, debido a su alta persistencia en el ambiente, aún existen lugares con altas concentraciones de estos tóxicos metales.

## **VÍAS DE INGRESO**

El plomo puede ingresar al organismo humano por: a) Vía respiratoria: Inhalación de vapores, humos y polvo fino de plomo. Ingresa a la sangre por difusión desde el compartimiento pulmonar; b) Vía digestiva: Puede ser ingerido después de ser inhalado y transportado a la nasofaringe por un proceso de aclaramiento pulmonar o bien por ingestión directa; la absorción intestinal del plomo se realiza por un mecanismo de



difusión y por uno de transporte activo; c) Vía cutánea: La absorción cutánea de plomo inorgánico es relativamente baja, a diferencia del plomo tetraetilo.

La carga corporal de plomo puede ser más elevada en las personas profesionalmente expuestas. La asociación entre exposición al plomo versus el incremento de riesgo de contraer cáncer es limitado, debido principalmente a que los componentes, rutas de exposición y niveles de plomo a los cuales es expuesto un trabajador no son informadas. Adicionalmente, otros componentes químicos de exposición como arsénico y cadmio, pueden provocar una confusión. Los estudios efectuados hasta ahora son insuficientes para determinar el efecto carcinogénico del plomo en humanos.

## ANTECEDENTES CLÍNICOS

La intoxicación por exposición crónica al plomo inorgánico, puede ser producto de la ingestión o inhalación reiterada de compuestos que lo contienen, por ejemplo: Pinturas, baterías sulfatadas, material de impresión, insecticidas, cosméticos, alfarería esmaltada, tuberías antiguas, cremas o pomadas, líquidos o leche conservados en recipientes a base de plomo o con tapas de plomo, juguetes o muebles infantiles pintados con pintura conteniendo plomo, fundiciones y refineras de metal, imprentas, licores, etc.

Como se mencionara en párrafos precedentes, la intoxicación puede ingresar por vía cutánea o inhalatoria, pero en la infancia muchas veces suele provenir por vía digestiva.

El plomo inicialmente es depositado en el hígado, riñones, cerebro, pulmón, bazo y médula en forma de difosfato, ubicándose posteriormente en los huesos en forma de trifosfato insoluble. La intoxicación crónica se caracteriza por manifestaciones insidiosas que se pueden presentar simultáneamente o en forma secuencial. En el organismo se distribuye en los diferentes tejidos, de preferencia en los huesos, de una forma muy similar al calcio, constituyendo el tejido óseo una reserva de metal por períodos prolongados.

## EFFECTOS

### ❑ Sistema Cardiovascular

La que mayor atención ha recibido es la hipertensión arterial. Estudios recientes han mostrado que existe una relación entre alta presión arterial y altos niveles de plomo en el organismo de adultos, especialmente trabajadores. Sin embargo, estudios efectuados hasta la fecha indican que la contribución del plomo al fenómeno general de la hipertensión arterial no es alto.

### ❑ Sistema Reproductor

Se ha asociado en mujeres a: Abortos, disfunción ovulatoria, mortinatos, partos prematuros. En el hombre se relaciona con esterilidad, astenospermia, hipospermia y teratospermia, aunque en estos casos no se tienen datos concluyentes sobre el efecto del plomo.

### ❑ Sistema Endocrino

Existen estudios que evidencian que el saturnismo puede determinar deterioro de las funciones de la tiroides y de las suprarrenales, sin embargo faltan estudios concluyentes a este respecto.

### ❑ Sistema Nervioso Periférico

El plomo inorgánico produce efectos adversos en el sistema nervioso periférico, tanto en su estructura como en la actividad colinérgica del nervio. El hecho más característico a este nivel es el daño en los nervios motores, que se expresa clínicamente con la parálisis saturnina, cuya principal manifestación es la debilidad de los músculos extensores.

### ❑ Sistema Urinario

Se han efectuado numerosos estudios respecto al efecto del plomo sobre el riñón. Se ha observado lesión tubular renal caracterizada por aminoaciduria generalizada, hipofosfatemia con hiperfaturia relativa y glucosuria. Se ha encontrado que trabajadores altamente expuestos a plomo presentan fibrosis peritubular e intersticial difusa, signos denominados como nefropatía saturnina crónica, caracterizada por una retracción renal de lento desarrollo, con alteraciones arterioescleróticas, fibrosis intersticial, atrofia glomerular y degeneración hialina de los bazos pudiendo culminar a insuficiencia renal.



- ❑ **Sistema Gastrointestinal**  
El cólico es el síntoma más característico del saturnismo, produciéndose inclusive a exposiciones a concentraciones bajas de plomo. Sin embargo, mayoritariamente aparece junto a otros síntomas de la intoxicación. Otras manifestaciones de intoxicación por este metal son la inapetencia, constipación, diarrea, náuseas, vómitos, sabor metálico en la boca, dolor abdominal e histeria.
- ❑ **Desarrollo y Crecimiento**  
Además de los efectos teratogénicos posibles, es decir, anomalías congénitas, se encuentran los efectos que el plomo puede tener en el desarrollo general del organismo humano cuando ocurre exposición muy temprana a bajas concentraciones, como es el período fetal y en el período post-natal inmediato. Se han hallado efectos tales como reducción del período gestacional, bajo peso al nacer, mortinatos, alteraciones del desarrollo neuroconductual, retardo en el crecimiento, menor estatura.
- ❑ **Articulaciones**  
Las relativamente frecuentes artralgias que se presentan en la intoxicación con plomo se deberían a una gota secundaria a la interferencia del plomo en la enzima aminohidrolasa de guanina, lo que elevaría las concentraciones de ésta en el organismo, cristalizándose y depositándose en las articulaciones.
- ❑ **Carcinogenicidad y Teratogenicidad**  
No hay datos indicativos de que la exposición a compuestos con plomo originen cáncer. Las evidencias carcinogénicas del plomo son discutibles y se encuentran limitadas a ciertos compuestos orgánicos de plomo en escasos estudios sobre humanos y animales.

## **SÍNTOMAS Y SIGNOS**

En casos de intoxicación por plomo infantil temprana no hay síntomas. Su detección es a través de exámenes de sangre y orina. Sin embargo, puede ocurrir repentinamente la intoxicación crónica. La intoxicación aguda es muy poco frecuente. Los efectos tóxicos son diferentes en niños y adultos.

Las náuseas, el vómito, los calambres estomacales y el desgano son síntomas que podrían acompañar los casos más serios. Si se ha expuesto por un período prolongado de tiempo al plomo, éste podría generar un retardo mental, problemas renales, problemas de visión (los ojos se desvían hacia adentro o hacia afuera; estrabismo, frunce el seño cuando trata de ver algo, dolores de cabeza, vista borrosa o doble, ceguera) , conduciendo en algunos casos incluso a la muerte.

### **Adultos**

Dolor abdominal tipo cólico, problemas digestivos, neuropatía periférica, anemia, daño renal, característico es el Ribete Plúmbico en pacientes con higiene dental deficiente, trastornos nerviosos, problemas de memoria y concentración, dolores musculares y de las articulaciones. La encefalopatía es poco frecuente en adultos. En mujeres embarazadas puede dañar al bebé, otros problemas reproductivos tanto en hombres como mujeres, presión alta.

### **Niños**

La forma más frecuente de intoxicación es por vía digestiva, la ingestión de partículas de pinturas con plomo descascaradas o de pintura de sus cunas, muebles en general y juguetes. Un riesgo principal inmediato existe cuando la pintura con base de plomo está descascarillándose, pelándose, desmenuzándose o desmoronándose, generando polvo de plomo. Los sistemas nerviosos y los cerebros de los niños son más sensibles a los efectos dañinos del plomo.

Niños que parecen ser saludables pueden tener niveles peligrosos de plomo. Si no es detectada su presencia tempranamente, los niños con altos niveles de plomo en su organismo pueden sufrir de : Daños al cerebro y al sistema nervioso; problemas de comportamiento y aprendizaje (tal como hiperactividad); crecimiento lento, problemas para oír, dolores de cabeza.



En general, niños y adultos con presencia de plomo en su organismo presentan los siguientes síntomas más específicos como inapetencia, vómitos esporádicos e intermitentes, dolores abdominales muy intensos, cambio en el ritmo de las deposiciones preponderando estreñimiento, cansancio y palidez, crisis convulsiva, conductas extrañas, incapacidad para coordinar los movimientos musculares voluntarios, disminución en la actividad de juego, letargia, falta de sensaciones o emociones, pérdida sutil de aptitudes recientemente adquiridas, anorexia. En los cuadros febriles se moviliza el plomo provocando cuadros neurológicos o gastrointestinales que pueden conducir a estados de desnutrición y mal estado en general.

Los efectos negativos del plomo aparecen a niveles tan bajos como 10 µg/dl de plomo en la sangre. Se observa a estos niveles disminución del crecimiento, deterioro en la capacidad auditiva (no responde adecuadamente a un ruido o a una voz, desarrollo lento del lenguaje y del habla, pronunciación anormal) y en el coeficiente intelectual en niños. Con niveles más altos de plomo (cerca de 20 µg/dl) se ha observado disminución en el metabolismo de la vitamina D, aumento de las protoporfirinas eritrocitarias y disminución de la conducción nerviosa. Entre 30 y 40 µg/dl se ha observado una disminución en la síntesis de hemoglobina. Sobre los 50 µg/dl se observa progresivamente cólicos, anemia grave, nefropatía y encefalopatía. Sobre los 100 µg/dl puede originarse coma y muerte.

### **MEDIDAS DE PREVENCIÓN**

Existen diversas formas de prevenir una intoxicación por plomo, algunas de ellas son las siguientes:

1. Lavar manos y cara de sus niños antes de las comidas y antes de dormir.
2. Lavar frecuentemente juguetes (especialmente los que podría meterse en la boca) y chupetes del niño.
3. Llevar a sus niños para que les hagan exámenes para plomo, aunque parezcan saludables.
4. Asegurarse que la dieta del niño sea sana y baja en grasas, rica en hierro, calcio, proteínas y cinc. Estudios han demostrado que las deficiencias están relacionadas con mayores niveles de plomo en la sangre, niños con buenas dietas absorben menos plomo.
5. Evitar contacto de los niños con pintura a base de plomo desportillada.
6. Evitar la manipulación de pilas y baterías ya que éstas contienen plomo.
7. Evitar exposición y contacto del niño al plomo, incluyendo: fundiciones, municiones, pesas para pescar, soldaditos de plomo; producción de vidrios de colores (soldadura de plomo); la cerámica; la pintura.
8. Si el agua contiene plomo (debido a tuberías o soldaduras de plomo), no se debe beber ni cocinar con ella, tampoco usar el agua caliente, puesto a que el plomo se disuelve más rápidamente en agua caliente y el agua hirviendo (conteniendo plomo) aumenta el peligro mediante el aumento de la concentración de plomo.
9. Evite la loza cerámica, pues ésta puede contener un lustre de plomo.
10. Cuidado con los alimentos enlatados importados, pues se desconoce la soldadura con alto contenido de plomo.
11. Limpiar frecuentemente pisos, molduras de ventanas y otras superficies.
12. Si se está expuesto al plomo por motivos laborales, tomar las medidas necesarias para evitar la contaminación de su automóvil y casa por plomo cargado en su ropa, zapatos.
13. Sea cuidadoso al quitar la pintura a base de plomo, una forma inadecuada puede aumentar el peligro para su familia.

### **CONCLUSIONES**

La contaminación por plomo se ha erigido como uno de los principales problemas ambientales en la II región durante las últimas décadas. Urge abatir efectivamente la contaminación del aire y evitar de este modo los dramáticos efectos que provoca a las personas, especialmente a niños pequeños y aún a los que se encuentran en etapa de gestación.

Son tantos los problemas que enfrentamos a diario que muchas veces se deja de lado uno con el que tenemos contacto más cercano, el problema de la contaminación, un problema que nosotros creamos e incrementamos gradualmente todos los días, pasó mucho tiempo para que realmente se tomara consciencia de la problemática, ahora es prioritario vigilar la evolución contaminante por plomo en la zona y sus efectos negativos en la salud de la población.



### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alonso, P., H. Castro, M. Davis, J. Goza, J. Hargous, L. Rivera, E. Tassara. Intoxicación por plomo: Estudio Epidemiológico Ñuble. EPI Visión, Chile .1996.
2. Cervera, A., P. Azpeitiagamazo. "Predicción del movimiento de partículas pesadas en la atmósfera. Proyecto HIMPPA". Revista Ingeniería Química, Marzo 1996. pág. 153-157.
3. Corey, G. "Plomo". Centro Panamericano de ecología humana y salud/Organización Panamericana de Salud/ OMS.
4. Hu, Howard. Revisión de los efectos de la exposición al plomo sobre la salud, en intoxicación por plomo en México: Prevención y Control: Instituto Nacional de Salud Pública, México. 1995.