

014821
Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

**NIVELES DE PLOMO EN DIENTES TEMPORALES
COMO INDICADORES DE EXPOSICION TOTAL A
CONTAMINACION POR PLOMO**

TESIS DOCTORAL

QUE PRESENTA:

M. en O. MIGUEL ANGEL CANALES NAJJAR

Para obtener el título de:

DOCTOR EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

Director de Tesis:

DR. en C. JAVIER PORTILLA ROBERTSON

Asesores de Tesis :

DR. JUAN CARLOS HERNANDEZ GUERRERO

M. en I. ARMANDO BAEZ PEDRAJO

ING. RAUL BELMONT DAVILA

MEXICO, D.F. 1997

TESIS APOYADA POR PADEF DOCTORADO 014302
TESIS APOYADA POR PAPIIT No. IN209996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

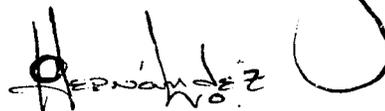
**NIVELES DE PLOMO EN DIENTES TEMPORALES COMO
INDICADORES DE EXPOSICION TOTAL A CONTAMINACION
POR PLOMO**

Aprobado por :

Director de la tesis: Dr. en C. Javier Portilla Robertson



Dr. Juan Carlos Hernández Guerrero



Dr. Manuel Saavedra García



M. en I. Armando Baez Pedrajo
(Centro de Ciencias de la Atmósfera, U.N.A.M.)



PRESENTACION

El Distrito Federal constituye en realidad, un capitulo aparte, su transformación en los últimos años ha sido exuberante esto lo distingue del resto del país.

Uno de los mejores frutos de la civilización contemporánea es la revaloración del respeto al ambiente. Las generaciones del ultimo siglo de este milenio están atentas en todo el mundo, al estudio y a la conservación de la riqueza ecológica. El deterioro que ha producido la industrialización y el consumismo inmoderado es alarmante en todos los países, en el nuestro también ha surgido un reclamo popular insoslayable que propugna políticas de preservación y regeneración del medio ambiente, en el Distrito Federal estamos en plena lucha para detener el proceso del desajuste ecológico y procurar los medios para evitarlo, debemos propiciar medidas y acciones diversas que se encaminen a la reforestación de las zonas mas afectadas y a la conservación de las que no presentan aun graves daños, este estudio tiene, entre otras, la finalidad indirecta de apoyar esas acciones, "no se debe destruir lo que se admira y aprecia".

AGRADECIMIENTOS

Por su colaboración en esta obra y en particular por haberme permitido utilizar sus acervos bibliográficos, quiero dejar testimonio de gratitud a las siguientes instituciones y personas.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Dr. José Sarukhán por haber logrado el cambio y la modernidad académica bajo su rectorado y situar nuevamente en el liderazgo académico a nuestra universidad.

Al Dr. Javier Portilla Robertson por la atinada dirección y tutoría de este estudio.

Al Centro de Estudios de la Atmósfera en particular al Dr. Armando Báez Pedrajo, al Ing. Raúl Belmont Dávila y a las Químicas María del Carmen Torres Barrera y Rocío García Martínez. Quien con su apoyo logré la culminación de este estudio.

A la C.D. Catalina Blanco Pérez

Al C.D. Alfonso Pineda Cruz por la revisión y transcripción de este estudio.

A mi madre:

Sabes cuanto tengo que decirte?

Te agradezco infinitamente tu apoyo.

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
SUMMARY	5
I. INTRODUCCION	8
II. ANTECEDENTES	10
III. OBJETIVOS GENERALES	19
3.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	19
IV. HIPOTESIS	20
V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
VI. METODOS	28
6.1 UNIVERSO DE LA MUESTRA	28
6.2 CRITERIOS DE INCLUSION.....	29
6.3 CRITERIOS DE EXCLUSION	30
6.4 DEFINICION DE VARIABLES.....	30
6.5 MAPEO GEOGRAFICO	32
6.6 COLECCION DE DIENTES.....	33
6.7 LIMPIEZA DE MATERIAL.....	37
6.8 PREPARACION DE LAS MUESTRAS	38
6.9 ANALISIS	39
6.10 CONTROL DE CALIDAD	40
6.11 ANALISIS ESTADISTICO	40
VII. RESULTADOS	45
VIII. DISCUSION	49
IX. CONCLUSIONES	57
X. PERSPECTIVA PARA INVESTIGACIONES FUTURAS	59
XI. FICHA DE IDENTIFICACION	60
XII. BIBLIOGRAFIA	63
CURRICULUM VITAE	71

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.

Mapa geográfico del Distrito Federal 33

FIGURA 2.

Rosa de los vientos con la localización de las Clínicas Periféricas F.O.-U.N.A.M. 35

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 1.

Gráfica que muestra el histograma de frecuencias de la concentración de plomo en dientes deciduos transformada a logaritmos naturales. 41

GRAFICA 2.

Diagrama de barras de la media geométrica de la concentración de plomo en dientes deciduos en ambos sexos y en el intervalo de edades. 47

GRAFICA 3.

Diagrama de barras que muestra la media geométrica de la concentración de plomo en dientes deciduos por zona de residencia. 47

INDICE DE TABLAS

TABLA 1.

Recuperación (%) de plomo en muestras de dientes deciduos..... 45

TABLA 2.

Concentración de Pb ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso seco) en dientes deciduos..... 46

TABLA 3.

Resultados de la comparación de plomo con las zonas de residencia y con las edades utilizando la prueba de Kruskal-Wallis..... 48

TABLA 4.

Asociación entre concentraciones de plomo en dientes deciduos y las zonas de residencia, edad, sexo y el nivel socioeconómico..... 48

TABLA 5.

Asociación entre concentraciones de plomo en dientes deciduos y las zonas de residencia, edad, sexo y el nivel socioeconómico, comparación de resultados de varios autores..... 56

ABREVIATURAS

A.G.E.B.S.- Areas Geográficas Estadísticas Básicas.

B.M.C.T.C.- Boletín Mensual de Comunicación Tecnológica y Científica, I.P.N.

c.- Columnas.

D.D.- Dientes Deciduos.

D.N.- Distancia Vertical Máxima entre las Funciones.

E.P.A.- Environmental Protection Agency.

E.T.C.P.- Exposición Total a Contaminación por Plomo.

F.O.- U.N.A.M.- Facultad de Odontología-Universidad Nacional Autónoma de México.

G.E.M.S.- Global Environmental Monitoring Systems.

H1.- Hipótesis alternativa.

HCl.- Acido clorhídrico.

HNO₃.- Acido nítrico.

Ho.- Hipótesis nula.

I.M.P.- Instituto Mexicano del Petróleo.

M.F.- Humos Metálicos (Metal Fumes).

mL/g.- Mililitros por Galón.

O.M.S.- Organización Mundial de la Salud.

P.E.M.E.X.- Petróleos Mexicanos.

p.p.m.- Partes por Millón.

PbI.- Índice de plomo.

PbS.- Plomo en sangre.

Prueba T.- Antígeno T-D-Galactosa.

r.- Rengiones.

S.I.C.O.R.E.P.- Sistema de Control, Registro y Evolución de Pacientes F.O.-U.N.A.M.

SEDESOL.- Secretaría de Desarrollo Social.

U.S.C.D.C.- Centro de Control de Enfermedades (U.S. Centers for Disease Control).

X.- Media.

Xg.- Media geométrica.

Z.M.C.M.- Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

μ l.- Milimicras.

μ g/dL.- Microgramos por decilitro.

μ g/g.- Microgramos por gramo.

μ g/m³.- Microgramos por metro cúbico.

RESUMEN

Actualmente se ha establecido que las fuentes más importantes de contaminación ambiental por plomo, son las emisiones producidas por industrias y automotores. El plomo, en los humanos se acumula principalmente en huesos y dientes, presentándose en mayor proporción en los órganos dentales.

Se presentaron 500 dientes deciduos (D.D.), los cuales fueron recolectados en las clínicas periféricas de la Facultad de Odontología, U.N.A.M. Para evaluar la exposición total a contaminación por plomo (E.T.C.P), se seleccionaron 100 dientes deciduos (D.D.), 66 superiores y 34 inferiores (54 del sexo femenino y 46 del masculino) de niños que viven en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Z.M.C.M.). Se determinaron las diferencias en E.T.C.P., de acuerdo a las localizaciones geográficas dentro de la Z.M.C.M. y a los niveles socioeconómicos.

Los niveles de Pb se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica. En el análisis se utilizaron los métodos de aspiración directa con flama de aire de acetileno, y el de sin flama con horno de grafito.

En el sexo femenino, la concentración fue más alta que la del sexo masculino, $7.3 \mu\text{g/g}^1$ contra $6.3 \mu\text{g/g}^1$ respectivamente. En las edades de 5-8, la concentración ($6.3 \mu\text{g/g}^1$) fue la más baja, con un incremento en las edades de 8-12 ($7.1 \mu\text{g/g}^1$), la concentración más alta se presentó en las edades de 1-4 años ($7.6 \mu\text{g/g}^1$). La zona más contaminada fue la sur con $7.3 \mu\text{g/g}^1$ y la menos contaminada fue la poniente con $6.5 \mu\text{g/g}^1$. No hubo

diferencia significativa entre los habitantes de la zonas norte y oriente ($6.6 \mu\text{g/g}^{-1}$ y $6.8 \mu\text{g/g}^{-1}$), respectivamente.

Con respecto a los grupos de edades, las concentraciones de plomo encontradas fueron los siguientes: el grupo de 1 a 4 años (11 muestras) tuvo una $X_g=7.6 \mu\text{g/g}^{-1}$, el de 5 a 8 años (43 muestras) una $X_g=6.3 \mu\text{g/g}^{-1}$ y el de 8 a 12 años (46 muestras) una $X_g=7.1 \mu\text{g/g}^{-1}$. De estos resultados podemos decir que el grupo que mostró una concentración ligeramente superior fue el de 1 a 4 años; esto puede deberse a que los niños en este intervalo de edad son los que tienden a llevarse a la boca más objetos, que tal vez pueden contener plomo. Sin embargo, los resultados obtenidos en la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con un estadístico $T=1.680$, el cual es menor que el valor crítico de la $\chi^2=5.991$, a un nivel de significancia de 5% y con 2 grados de libertad; por lo consiguiente, se acepta la H_0 : los grupos no difieren en la media, lo que nos permite concluir que no hay diferencia significativa entre las medias de los tres grupos de edades.

La comparación de la concentración de plomo en dientes deciduos de los residentes que viven en las diferentes zonas, nos indicaron que no hay diferencia en las medias, de acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, con un estadístico $T=0.058$, valor que es menor que el valor crítico de la $\chi^2=7.815$, a un nivel de significancia de 5% y 3 grados de libertad. Las concentraciones de plomo encontradas en los dientes de los residentes por zona fueron muy parecidas, con un intervalo de 6.5 a $7.3 \mu\text{g/g}^{-1}$. Los residentes de la zona sur presentaron una concentración mayor ($X_g=7.3 \mu\text{g/g}^{-1}$), seguida de los residentes de la zona oriente ($X_g=6.8 \mu\text{g/g}^{-1}$); los residentes de las zonas norte y poniente presentaron concentraciones muy parecidas, con medias

geométricas de 6.6 y 6.5 $\mu\text{g/g}^{-1}$, respectivamente. Esta pequeña variación no es estadísticamente significativa en la concentración de plomo y puede deberse a que los residentes de la Z.M.C.M. no están en un lugar fijo, ya que pueden trasladarse a diferentes sitios de la ciudad. Sin embargo, la absorción de plomo por el organismo no se debe solamente a la exposición a la contaminación atmosférica, sino a otros factores.

Los resultados obtenidos en las pruebas de asociación (independencia) con tablas de contingencia nos muestran que no hay dependencia entre las concentraciones de plomo en dientes y las diferentes variables consideradas, ya que el valor de la χ^2 calculada fue menor, en todos los casos, que el valor crítico de la χ^2 a un nivel de significancia de 5%. Esto significa que la concentración de plomo en dientes es independiente de la zona de residencia, edad, sexo y nivel socioeconómico.

Al comparar los niveles de plomo entre los diferentes tipos de dientes, se encontró que los caninos tuvieron la concentración más alta con una $X_g=8.16 \mu\text{g/g}^{-1}$; seguidos por los incisivos con $X_g=7.57 \mu\text{g/g}^{-1}$; y por último los molares, los segundos con una $X_g=5.96 \mu\text{g/g}^{-1}$ y los primeros con una $X_g=5.5 \mu\text{g/g}^{-1}$. A excepción de los dientes molares segundos inferiores ($X_g=6.3 \mu\text{g/g}^{-1}$), todos los dientes superiores tuvieron mayor concentración de plomo que los inferiores: incisivos ($X_g=9.27 \mu\text{g/g}^{-1}$) > caninos ($X_g=8.43 \mu\text{g/g}^{-1}$) > primeros molares ($X_g=6.15 \mu\text{g/g}^{-1}$) > segundos molares ($X_g=5.64 \mu\text{g/g}^{-1}$).

En los dientes incisivos, los centrales y laterales superiores ($X_g=10.49$ y $8.2 \mu\text{g/g}^{-1}$), respectivamente tuvieron mayor concentración que los centrales y laterales inferiores superiores ($X_g=7.82$ y $3.8 \mu\text{g/g}^{-1}$), respectivamente. Así

mismo, los centrales superiores mostraron mayor concentración que los laterales superiores lo anterior sucede también, pero con los inferiores.

Con respecto a los molares, los primeros superiores ($Xg=6.15 \mu g/g^{-1}$), mostraron una concentración mayor que la de los segundos superiores ($Xg=5.64 \mu g/g^{-1}$); en cambio, los primeros inferiores ($Xg=4.59 \mu g/g^{-1}$) tuvieron menor concentración que los segundos inferiores ($Xg=6.3 \mu g/g^{-1}$).

Palabras claves: plomo, dientes temporales, exposición total.

SUMMARY

Nowadays, it has been established that the most important sources of environmental lead contamination are by the industry and motor vehicles emissions. Lead accumulation mainly occurs in bones and teeth, being higher in dental organs in human beings.

500 temporary teeth (DST) were collected in the peripheral clinics of our Faculty of Dentistry, (UNAM). To evaluate the total exposure to lead contamination (TELC); 100 deciduous teeth (DT) were selected, 66 and 34 from upper and lower jaw respectively (54 belonged to female and 46 to male) of children living in the Metropolitan Area of Mexico City (MAMC). Differences in TELC according to geographic sites within the MAMC and the socioeconomic levels were determined. Levels of lead were determined by atomic absorption spectrophotometry. Direct aspiration with acetylene air flame and with graphite furnace methods were used.

Concentration was higher in females than the males, $7.3 \mu\text{g/g}^1$ vs $6.3 \mu\text{g/g}^1$ respectively. In the group from 5 to 8 years old, the lowest concentration was of $6.3 \mu\text{g/g}^1$, with an increase in children from 8 to 12 years old ($7.1 \mu\text{g/g}^1$); the highest concentration was found in 1-4 years old group ($7.6 \mu\text{g/g}^1$). The south zone (areas) was the most polluted area with $7.3 \mu\text{g/g}^1$ and the western zone (areas) the less polluted one with $6.5 \mu\text{g/g}^1$. No significant difference was between the north and the east zone (areas), ($6.6 \mu\text{g/g}^1$ and $6.8 \mu\text{g/g}^1$), respectively.

Regarding the age groups, lead concentrations findings were the following: the group from 1 to 4 years old (11 samples) had $X_g=7.6 \mu\text{g/g}^1$ a

SUMMARY

Nowadays, it has been established that the most important sources of environmental lead contamination are by the industry and motor vehicles emissions. Lead accumulation mainly occurs in bones and teeth, being higher in dental organs in human beings.

500 temporary teeth (DST) were collected in the peripheral clinics of our Faculty of Dentistry, (UNAM). To evaluate the total exposure to lead contamination (TELC); 100 deciduous teeth (DT) were selected, 66 and 34 from upper and lower jaw respectively (54 belonged to female and 46 to male) of children living in the Metropolitan Area of Mexico City (MAMC). Differences in TELC according to geographic sites within the MAMC and the socioeconomic levels were determined. Levels of lead were determined by atomic absorption spectrophotometry. Direct aspiration with acetylene air flame and with graphite furnace methods were used.

Concentration was higher in females than the males, $7.3 \mu\text{g/g}^{-1}$ vs $6.3 \mu\text{g/g}^{-1}$ respectively. In the group from 5 to 8 years old, the lowest concentration was of $6.3 \mu\text{g/g}^{-1}$, with an increase in children from 8 to 12 years old ($7.1 \mu\text{g/g}^{-1}$); the highest concentration was found in 1-4 years old group ($7.6 \mu\text{g/g}^{-1}$). The south zone (areas) was the most polluted area with $7.3 \mu\text{g/g}^{-1}$ and the western zone (areas) the less polluted one with $6.5 \mu\text{g/g}^{-1}$. No significant difference was between the north and the east zone (areas), ($6.6 \mu\text{g/g}^{-1}$ and $6.8 \mu\text{g/g}^{-1}$), respectively.

Regarding the age groups, lead concentrations findings were the following: the group from 1 to 4 years old (11 samples) had $X_g=7.6 \mu\text{g/g}^{-1}$ a

concentration, the group from 5 to 8 years old (43 samples) a $Xg=6.3 \mu\text{g/g}^{-1}$ a concentration and the group from 8 to 12 years old (46 samples) a $Xg=7.1 \mu\text{g/g}^{-1}$ a concentration. From these results we may assume that the group from 1 to 4 years old showed a concentration slightly higher; as a matter of fact that children within this age group tend to introduce into their mouth more objects containing lead. Nevertheless, the results obtained in the Kruskal-Wallis nonparametric test with an statistical $T=1.680$, which is lower than the critical value of $\chi^2=5.991$ at a 5% significance level and 2 degrees free; therefore, H_0 is accepted, because the groups do not differ in the measure value, which allow us to conclude that there is no significant difference among the measures from the three groups of age.

The lead concentration comparison in deciduous teeth of the population living in different residential areas, indicated obtained that there is no difference in measure values, according to the results obtained in the non-parametric Kruskal-Wallis test, with $T=0.058$, value lower than the critical one $\chi^2=7.815$, at a 5% significance level and 3 degrees free. Lead concentrations findings in resident's teeth by area were very similar, with a range from 6.5 to 7.3 $\mu\text{g/g}^{-1}$. The inhabitants of south area residents had a higher concentration ($Xg=7.3 \mu\text{g/g}^{-1}$), followed by the east area inhabitants ($Xg=6.8 \mu\text{g/g}^{-1}$), north and west inhabitants had very similar concentrations, with geometric measures of 6.6 and 6.5 $\mu\text{g/g}^{-1}$, respectively. This small variation is not statistically significant regarding lead concentration and the reason may be they usually move from one place of the city to another. Nevertheless, lead absorption by the organism is not only due to the atmospheric contamination exposure, but to other factors also.

Results obtained in the association test (independence) with contingency tables show that there is no dependence between lead concentration in teeth and the different variables considered, as the calculated value of χ^2 was lower, in every case than the χ^2 critical value at a 5% significance level. It means that lead concentration in teeth is independent of the residential area, age, sex or socioeconomic level.

When comparing lead levels among the different kinds of teeth, it was found that canines had the highest concentration, $X_g=8.16 \mu\text{g/g}^{-1}$; followed by incisors with $X_g=7.57 \mu\text{g/g}^{-1}$; and lastly molar, the second ones with an $X_g=5.96 \mu\text{g/g}^{-1}$, and the first ones with an $X_g=5.5 \mu\text{g/g}^{-1}$. With exception of the second mandibular molars ($X_g=6.3 \mu\text{g/g}^{-1}$), all maxillary teeth had a higher lead concentration than the mandibular ones: incisors ($X_g=9.27 \mu\text{g/g}^{-1}$) > canines ($X_g=8.43 \mu\text{g/g}^{-1}$) > first molars ($X_g=6.15 \mu\text{g/g}^{-1}$) > second molars ($X_g=5.64 \mu\text{g/g}^{-1}$).

In incisors, central and lateral maxillary teeth ($X_g=10.49$ and $8.2 \mu\text{g/g}^{-1}$), respectively had a higher concentration than central and lateral mandibular teeth ($X_g=7.82$ and $3.8 \mu\text{g/g}^{-1}$), respectively. Likewise, central maxillary teeth showed a higher concentration than lateral maxillary teeth. This happens but with mandibular teeth also.

In molars, first mandibular molars ($X_g=6.15 \mu\text{g/g}^{-1}$), showed a higher concentration than second maxillary molars ($X_g=5.64 \mu\text{g/g}^{-1}$); on the other hand, first mandibular molars ($X_g=4.59 \mu\text{g/g}^{-1}$), had a lower concentration than second mandibular molars ($X_g=6.3 \mu\text{g/g}^{-1}$).

Keywords: lead, temporary teeth, total exposure.

I. INTRODUCCION

Los factores que intervienen en la intoxicación crónica de plomo ambiental han sido reportados anteriormente (Bellinger y Levinton, 1986; Environmental Protection Agency, 1986; Grant y Davis, 1989; Lara-Flores *et al.*, 1989; Herbert *et al.*, 1990; Rothenberg *et al.*, 1990; Silbergeld, 1990; Landrigan, 1991; Romieu *et al.*, 1992). Esta intoxicación es causa directa de serias perturbaciones en la salud y en la calidad de vida de las personas expuestas al contaminante (Barba, 1993).

La contaminación ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Z.M.C.M.) proviene primordialmente de las emisiones a la atmósfera de industrias y automóviles, seguidas de los pigmentos de las pinturas en materiales impresos y en superficies (Ortega-Ceseña y Carreón-Valencia, 1993) y de crayones y materiales con alto contenido de plomo. Ya que el nivel de contaminación prevalente es causa de preocupación ecológica (Barba, 1993; Ortega-Ceseña y Carreón-Valencia, 1993), se consideró importante evaluar el nivel de contaminación por plomo presente en la población de la Z.M.C.M. para establecer un indicador de salud pública.

Varios bioindicadores han sido utilizados para evaluar los niveles de plomo en el organismo; la sangre ha sido uno de ellos (Cannon y Bowles, 1962; James, 1978; Rabinowitz y Needleman, 1983; Page *et al.*, 1988; Dietrich y Succop, 1990; Hwang y Wang, 1990; Nriago, 1990). Sin restar valor a estas investigaciones, se ha señalado que adolecen del defecto principal de que los niveles en líquidos corporales son usualmente transitorios y, por lo tanto, inadecuados para evaluar la exposición total y la exposición previa a este

metal (Needleman y Herbert, 1972). En base a estas observaciones, se propuso la utilización de dientes deciduos (D.D.) como un indicador adecuado en la determinación de la exposición total a contaminación por plomo (E.T.C.P.). El plomo se deposita permanentemente en los tejidos en mineralización, por lo tanto, los D.D. representan una opción más accesible, entre estos tejidos, para utilizarlos como indicadores de la exposición acumulativa al plomo ambiental. Conociendo la edad del niño que donó D.D., la fecha de la exfoliación y el tipo de diente, fue posible realizar una estimación objetiva de la E.T.C.P. en forma retrospectiva.

Las ventajas que tiene la estimación acumulativa por el análisis de E.T.C.P. en dientes contra las determinaciones de estimaciones transitorias en fluidos corporales consiste principalmente en que existen problemas de cooperación y riesgos biológicos; como lo representa la obtención de sangre, y de contaminación que pueda ocurrir al coleccionar muestras de orina (Rothenberg *et al.*, 1993). La determinación de E.T.C.P. en niños proveerá un marco de referencia particularmente útil para evaluar los niveles generales de contaminación por plomo en la población en general (Rothenberg *et al.*, 1993).

II. ANTECEDENTES

Existen diversos factores que afectan al organismo, como lo es el plomo, ya que interfiere con el metabolismo y función celular. Las concentraciones elevadas de este metal producen efectos dañinos sobre los sistemas hematopoyético, hepático, renal, reproductivo y gastrointestinal (Silbergeld, 1990; Landrigan, 1991). Sus efectos se manifiestan principalmente en el sistema nervioso central, causando daño neuroconductor (Grant y Davis, 1989), que se refleja en el decremento de la atención, bajos puntajes en pruebas psicométricas y en pruebas de conducta, como la hiperactividad (Needleman, 1982; Bellinger y Levinton, 1986). Existe un consenso general de que los niños son más sensibles que los adultos a los efectos del plomo (Environmental Protection Agency, 1986).

Los efectos del plomo en el sistema nervioso central se encuentran unidos en un procedimiento complejo que lleva consigo los factores biológicos, ambientales, familiares y socioeconómicos. Los estudios epidemiológicos no pueden establecer por ellos mismos, una relación causal (Herbert *et al.*, 1990).

La intoxicación por plomo constituye un problema de salud por la severidad de sus manifestaciones neurológicas. La principal fuente de intoxicación en el niño lo constituye el plomo contenido en las pinturas utilizadas en casas y en los juguetes, el mecanismo de transmisión más importante por su frecuencia es el de hábito de "pica". Una fuente potencialmente tóxica que ha cobrado importancia en la actualidad es el plomo emitido a la atmósfera por la combustión de gasolina con plomo.

La exposición excesiva de plomo puede causar daño neurológico permanente respecto al desarrollo del sistema nervioso en niños. David *et al.*, (1976), sugirieron que puede existir un daño mental en niños aún cuando la concentración sea de 3.0 ppm (Al-Naimi *et al.*, 1980).

Byers y Lord (1943) sugirieron por primera vez que la exposición infantil a dosis diferentes de plomo puede producir encefalopatía clínica la cual está asociada con déficits en las funciones psicológicas (Herbert *et al.*, 1990).

La mayor parte de las investigaciones han analizado el esmalte y la dentina separadamente (Brudevold y Smith, 1960).

El plomo en el organismo humano, ataca de manera especial, al cerebro y el sistema nervioso, causa alteraciones en las neuronas, disminuye la capacidad de memoria, produce decaimiento, fatiga, dolores articulares, tos, impotencia sexual, palidez y temblores entre otros males.

Así mismo, se sabe que el plomo daña con severidad a los niños. En una muestra clasificada de 250 menores, se encontró que niveles de este metal considerados como inofensivos, por arriba de 10 microgramos por decilitro, causan cierto retraso en el desarrollo del infante (Al-Naimi *et al.*, 1980).

En dos investigaciones, una de ellas efectuada por el departamento de morfología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, y otra del Instituto de Perinatología de la Secretaría de Salud, se detectaron trastornos neurológicos en niños, provocados por el plomo en el cerebro.

El primer estudio analiza la presencia de plomo en los tejidos del sistema nervioso central y del pulmón. En una primera muestra de 36 ciudadanos, se encontró que el 82% de éstos están contaminados.

En el segundo estudio, se detectó presencia de plomo en el tejido pulmonar del 35% de un total de 115 personas consideradas en esa muestra. El objetivo de la investigación fue la detección del plomo en una muestra poblacional no expuesta profesionalmente.

Por otro lado, el estudio del Instituto Nacional de Perinatología, expone que el plomo afecta al cerebro y a su sistema nervioso debido a su sensibilidad y detalla que ese metal ocasiona en el cerebro y su sistema nervioso alteraciones bioquímicas y estructurales de las neuronas, surgen afecciones en la capacidad de memoria y aprendizaje, suele ocurrir retraso en el desarrollo mental, sobre todo en niños en formación dentro del vientre materno. Además, afecta el desarrollo psicomotor de los niños, e induce a respuestas socioemocionales negativas; daña el peso y la talla del infante, así como la circunferencia torácica y de la cabeza.

Además de muchos otros efectos que han sido demostrados, se ha encontrado que el plomo afecta las actividades neuroconductora y ciclásica analítica cerebral, y la complejidad de la dendrita. Se ha demostrado que las dosis de plomo tienen una relación estrecha con la conducta (Herbert *et al.*, 1990).

Muestras epidemiológicas de asociación entre las dosis y las respuestas también han sido publicadas (Herbert *et al.*, 1990).

La contaminación ambiental por plomo, ha originado diversos estudios referentes a la correlación entre la inteligencia del niño y la exposición al plomo los cuales han demostrado una relación con respecto a la respuesta de la dosis (Rabinowitz *et al.*, 1991).

Los efectos que causa el plomo en pequeñas cantidades inhaladas por los niños como resultado del uso de componentes ricos en plomo afectan su

conducta; sin embargo, la mayor cantidad de plomo se encuentra en la atmósfera en pequeñas partes, las cuales se depositan en áreas muy grandes (Al-Naimi *et al.*, 1980).

La contaminación por plomo en la Ciudad de México es causada por las emisiones contaminantes de más de 3 millones de vehículos y más de 15 mil industrias.

Este plomo, presente en la atmósfera, entra al organismo humano por el tracto gastrointestinal, por las vías respiratorias y por el contacto con la piel. Después inicia la invasión: se traslada al torrente sanguíneo y de ahí se distribuye a todo el cuerpo, afectando especialmente los tejidos y acumulándose en los huesos y dientes (Barba, 1993).

El plomo, además de depositarse en la médula ósea, afecta las mitocondrias de todas las células, en especial las del cerebro, lo que ocasiona disfunciones del sistema nervioso central y daños al epitelio cerebral que causan menor grado de inteligencia en el niño en formación, además se presenta estrés constante e incluso induce a sentimientos criminales (Barba, 1993).

La sangre es un vehículo líquido por medio del cual los principales nutrimentos orgánicos son transportados desde el intestino, donde se absorben, hasta el hígado en donde se elaboran, y de ahí a otros órganos; también es el vehículo por el cual los productos orgánicos de desecho y el exceso de iones minerales se transportan a los riñones para su excreción.

La sangre también es un vehículo de transporte del oxígeno desde los pulmones a los tejidos, así como la eliminación del CO₂ producido durante el metabolismo respiratorio. Además, la sangre sirve así mismo para transportar

hormonas y otros mensajeros químicos, desde diversas glándulas endócrinas hasta sus órganos blanco específico.

En algunos estudios, la concentración de plomo en sangre fue mayor en niños que en niñas, en los grupos mayores de nueve años y en los infantes que ocuparon el segundo o menor lugar en la familia (Jiménez *et al.*, 1993).

El plomo es un metal distribuido ampliamente en la naturaleza, en el aire, el agua, la tierra, las plantas y los alimentos, por esta razón los seres vivos, desde su vida intrauterina hasta su muerte, lo absorben, almacenan y excretan, siendo esto normal; por lo tanto, se encuentra circulando en la sangre y en todos los tejidos del organismo (Montoya, 1981).

En condiciones de exposición natural el plomo pasa libremente las estructuras placentarias y llega al feto sin causarle efectos adversos manifiestos (Catarow y Trumper, 1944; Gershanik *et al.*, 1974).

El aumento del plomo circulante en el feto puede originar efectos adversos como aborto, premadurez y muerte en el útero o diversos durante la vida postnatal, y además existe la posibilidad de alteraciones cromosómicas. (Angle y McIntyre, 1964; Muro y Goyer, 1969; Bauchinger *et al.*, 1972).

Investigaciones recientes han demostrado que el periodo de mayor sensibilidad a la exposición es durante la gestación fetal y las primeras etapas de desarrollo postnatal tanto en seres humanos como en animales.

El Centro de Control de Enfermedades, en Atlanta, Georgia, EUA; (U.S. Centers for Disease Control, 1991) (U.S.C.D.C), publicó estándares para niveles de plomo en sangre (PbS); los cuales establecen 10 mg/dL PbS como límite seguro, entre 10 y 15 mg/dL PbS como vigilancia y arriba de éste, intervención terapéutica (Rothenberg *et al.*, 1993).

Conociendo la gravedad del problema de la contaminación ambiental por plomo, PEMEX, por indicaciones del gobierno, inició a partir de 1981 la reducción gradual del tetraetilo de plomo en gasolinas, que para esa fecha era de 3.5 mL/galón (I.M.P., 1987). En 1987 el contenido de tetraetilo de plomo en gasolina Nova era de 0.64 mL/galón (I.M.P., 1987); hasta 1994 el contenido de tetraetilo de plomo se ha reducido en un 92% (SEDESOL-INE, 1993-1994).

También durante esta última década, se han intensificado las medidas de control de emisiones industriales, incluyendo los humos metálicos (metal fumes) como Pb, Hg, Fe, Ni, Cr, etc.

Sin embargo, a pesar de estas medidas, y aunque se han reducido los niveles de plomo atmosférico (SEDESOL-INE, 1993-1994) actualmente circulan en la Z.M.C.M. el 80% de vehículos que consumen gasolina con plomo (aproximadamente 3'000,000 vehículos) (Jiménez *et al.*, 1993). El consumo diario de gasolina Nova en la Z.M.C.M. es de 11.75 miles de metros cúbicos (SEDESOL-INE, 1993-1994).

Por otro lado, todavía no se ha logrado un completo control de las emisiones industriales. Page *et al.* (1988) encontraron una correlación positiva entre el contenido de plomo de la gasolina y el que se encuentra en el aire los cuales tienen influencia en el nivel de plomo en la sangre (Hwang y Wang, 1990).

Se ha reportado que el nivel de plomo en la sangre depende también del contenido de plomo en los alimentos (Cannon y Bowles, 1962; Rabinowitz y Needleman, 1983; Hwang y Wang, 1990).

El contenido de plomo en la gasolina interviene en el nivel de plomo en la sangre (Hwang y Wang, 1990; Rabinowitz y Needleman, 1983).

Como el plomo es depositado en tejidos calcificados durante toda la vida, el nivel de plomo en dientes es representativo y es un indicador seguro de gran acumulación de plomo y probablemente también de otros elementos (Needleman y Herbert, 1972).

En aquellos tejidos calcificados, el plomo es incorporado dentro de la unidad de la célula de hidroxapatita, donde los iones de calcio son parcialmente repuestos por los iones de plomo (DelleMagne, 1964).

Existen bases sólidas para proponer el análisis de tejidos dentarios mineralizados como indicadores adecuados de contaminación por metales durante la formación de los dientes (Bercovitz y Laufer, 1992), enfatizando la capacidad del plomo para cruzar la placenta.

Kato (1970) y Clark (1977) sugirieron que el plomo puede tener un efecto directo sobre la fase de mineralización de los tejidos en calcificación, absorbiéndose primero en los cristales de apatita y pasando subsecuentemente a la estructura misma.

Bhatnagar, (1970) y Featherstone (1981) confirmaron esta dispersión en apatita formada sintéticamente.

En general, se acepta que mientras más viejo es el diente, más alto es su contenido de plomo (Purchase y Fergusson, 1986; Bercovitz y Laufer, 1990, 1991). Sin embargo, es controversial el papel del tipo de diente y del sexo de la persona con la cantidad detectada de plomo (Bercovitz y Laufer, 1990, 1991). En las capas externas del esmalte se han encontrado niveles de hasta 400 partes por millón (Brudevold *et al.*, 1977).

Se ha admitido la posibilidad de adquirir plomo en forma posteruptiva como un factor contribuyente a los niveles en esmalte (Cleymaet *et al.*, 1991a); frecuentemente se ha empleado la dentina como tejido de análisis

(Purchase y Fergusson, 1986). Aún en dentina, la deposición de plomo no es similar en distintas capas y se ha concedido que la acumulación puede continuar, incluso después de la mineralización del tejido.

Se han reportado altas concentraciones de plomo en el esmalte y la dentina circunpulpal (Derise y Ritchey, 1974; Brudevold *et al.*, 1977). Algunos investigadores han indicado que los incisivos temporales tienen una concentración de plomo superior a los molares (Mackie *et al.*, 1977 y Pinchin *et al.*, 1978). Shapiro *et al.*, (1975), reportaron que los caninos tienen más plomo que los incisivos, mientras que Patterson *et al.*, (1988) establecieron que los incisivos tienen más que los caninos. Los dientes inferiores tienen más plomo que los dientes superiores (Pinchin *et al.*, 1978), aunque la relación opuesta también ha sido demostrada (Smith *et al.*, 1983).

Algunas de las evaluaciones de E.T.C.P. en dientes (en la Z.M.C.M.) han arrojado resultados poco concluyentes. En Francia, Frank *et al.*, (1990), encontraron mayor E.T.C.P. en zonas rurales o urbanas, mientras que en Iowa, Ortega-Ceseña y Carreón-Valencia (1993) reportaron niveles menores en un entorno urbano.

En base a estas observaciones, se propuso la utilización de dientes temporales (dientes de la primera dentición) como un indicador adecuado en la determinación de la exposición a contaminación por plomo, ya que el plomo se deposita permanentemente en los tejidos en mineralización. Los dientes temporales representan una opción más accesible entre estos tejidos para la investigación, proviendo un indicador de exposición acumulativa al plomo ambiental durante el tiempo que estos dientes se formaron. Sabiendo la edad de los niños que donaron los dientes, la fecha de exfoliación y el tipo de diente, fue posible realizar una estimación objetiva de la exposición a

plomo en forma retrospectiva. Además, la evaluación acumulativa en dientes representa un beneficio contra las determinaciones transitorias en fluidos corporales, ya que existen, en primer lugar, problemas de cooperación y riesgos biológicos al obtener muestras de sangre y en menor grado, de orina; y en segundo lugar, los niños se encuentran en un riesgo mayor a la contaminación por plomo (Rothenberg *et al.*, 1993).

La determinación de la exposición ambiental por plomo en niños, proveerá un marco de referencia particularmente útil para evaluar los niveles generales de contaminación por plomo en la población general. Es importante determinar el papel que tienen las diferentes áreas geográficas y socioeconómicas en la evaluación de exposición por plomo, en particular si consideramos que reportes originados en Estados Unidos (Chatman y Wilson, 1975); en la India (Khandekar *et al.*, 1986), y en México (Rothenberg *et al.*, 1993), quienes han concluido que los niños de menor nivel socioeconómico y/o que viven en zonas industriales mostraron mayor exposición a plomo que niños de familias que viven en áreas residenciales.

Los resultados de estudios prospectivos de exposición a plomo ambiental en sangre sugieren que este problema es serio en la Z.M.C.M. (Rothenberg *et al.*, 1993). La población infantil de México confronta un problema de salud pública debido a la toxicidad subclínica por plomo (Lara-Flores *et al.*, 1989; Romieu *et al.*, 1992). Los estudios realizados en esta población señalaron diferentes fuentes responsables de la intoxicación de plomo en el cuerpo de los niños; como la gasolina con plomo, los pigmentos, el esmalte y el vidriado de la cerámica, la soldadura de las latas de alimentos, y las conductas lúdicas de reconocimiento del entorno físico del niño (Rothenberg *et al.*, 1990).

III. OBJETIVOS GENERALES

- Evaluar por medio de la espectrofotometría de absorción atómica el nivel de plomo en dientes temporales de niños que viven en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Z.M.C.M.), ya que la población infantil es la más afectada puesto que este metal se deposita en tejidos en mineralización.
- Determinar los niveles de plomo en los diferentes tipos de dientes temporales.

3.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar si hay diferencia en los niveles de plomo en los dientes temporales con respecto al área de residencia de los niños.
- Determinar si las concentraciones de plomo en dientes temporales están asociados con el sexo y la edad.
- Determinar si hay diferencia entre las concentraciones de plomo de acuerdo al nivel socioeconómico.

IV. HIPOTESIS

- Las concentraciones de plomo en dientes temporales varían con el sexo y la edad.
- Hay diferencia en los niveles de plomo en los dientes temporales con respecto a la zona de residencia de los niños.
- El nivel socioeconómico está asociado con los niveles de plomo en dientes temporales.

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Ciudad de México, el problema de la contaminación se ha ido incrementando de manera progresiva. De ahí la gran importancia de las actuales investigaciones respecto a las concentraciones de diversos contaminantes que afectan la salud del ser humano. En el caso de la presente investigación, fue importante determinar las diferencias que existen en la E.T.C.P. entre personas viviendo en distintas partes de la Z.M.C.M. y/o en distintos niveles socioeconómicos, por más que compartan un ambiente contaminado en general.

La población infantil es la más susceptible y la que tiene mayor predisposición a una mayor contaminación por plomo, ya sea por ingestión de alimentos, agua o por inhalación. Los niños a menudo tienen la curiosidad de depositar en su boca objetos que contienen plomo (hábito de "pica").

Así mismo, la población en general está expuesta al plomo, también los trabajadores industriales pueden sufrir niveles altos de exposición a causa de su ejercicio profesional (Teppen y Levin, 1972).

Por medio del aire se transportan partículas de plomo a las aguas superficiales; incluyendo suelos, vegetación y alimentos.

Se ha comprobado que cuanto mayor es la urbe, mayor es la contaminación (Teppen y Levin, 1972).

Las emisiones automotrices, fundidoras, carbon ardiente, desperdicio de aceite quemado, plantas manufactureras de baterías, plantas procesadoras de químicos, procesamiento de chatarra y el aceite emitido por los automotores, son las fuentes principales de plomo a la atmósfera (Olson y

Skogerboe, 1975). Así mismo, la combustión de aditivos a base de derivados alquílicos del plomo en combustibles para motores dan como resultado la mayor contaminación por plomo inorgánico (Huntzicker *et al.*, 1975).

Por otra parte, el consumo de plomo para la fabricación de estos derivados es muy grande, se sabe de toneladas y de éstas cantidades se dice que el 70% pasa inmediatamente al ambiente después de la combustión y el resto se detiene en los sistemas de lubricación y escapes de los vehículos (Huntzicker *et al.*, 1975).

El plomo se encuentra en la corteza terrestre a una concentración aproximada de 13 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ y en concentraciones más elevadas en las rocas ígneas 10-20 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ (Livingstone, 1963).

Los suelos obtienen el plomo por vía natural o por la contaminación causada por el hombre. El agua es otra fuente importante de contaminación siendo el contenido global en lagos y ríos de 1-10 $\mu\text{g}/\text{L}$, (Livingstone, 1963).

La concentración de plomo en los alimentos varía de acuerdo al producto e incluso en muestras diferentes de un mismo alimento (Butt *et al.*, 1964). Se comprueba que existe variación entre diversos alimentos: condimentos (0-15 $\mu\text{g}/\text{Kg}$), pescado (0.2-2.5 $\mu\text{g}/\text{Kg}$), carne (0-0.37 $\mu\text{g}/\text{Kg}$), huevo y cereales (0-1.39 $\mu\text{g}/\text{Kg}$) (Kehoe *et al.*, 1993). Otros alimentos suelen tener concentraciones elevadas por plomo como la leche o los enlatados por el material que en ocasiones utilizan como: soldaduras de plomo en las latas o el material empleado en los recipientes de vidrio (Mitchell *et al.*, 1974).

En algunas industrias se requiere de plomo: en la construcción, para revestimientos de paredes e insonoración; soldaduras, objetos de bronce, cojines, en algunos tipos de imprenta, tubos plegables y en la industria de municiones (Davis, 1973).

Otras fuentes de contaminación son la minería, la fundición, y la refinería, así como la producción de compuestos y artículos que contienen plomo (Davis, 1973). Las fundiciones de mineral de plomo crean problemas locales de contaminación, su influencia en el aire y en el suelo depende de la altura de las chimeneas, de los dispositivos de depuración, de la topografía y de otras características locales. Las emisiones pueden cubrir una superficie considerable, aproximadamente 5 Km. de contaminación atmosférica desde la planta, y aproximadamente 10 Km. de contaminación del suelo (Landrigan *et al.*, 1975).

De las propiedades físicas y químicas del plomo destacan las siguientes: derivado del latín: plumbum es un elemento químico de símbolo Pb, con número atómico 82, peso atómico 207.19, valencia 2,4, densidad o peso específico 11.29 gr/cm³, punto de fusión 327.5°C y punto de ebullición de 1744°C.

El plomo se encuentra localizado en el grupo IVB de la tabla periódica. Este grupo está formado por Carbono, Silicio, Germanio y Estaño (EPA, 1986).

Tiene cuatro isótopos naturales (208, 206, 207 y 204), por orden de abundancia (OMS, 1979). Es un metal gris azulado muy pesado, aunque muy blando y por esto muy útil debido a su maleabilidad, ductibilidad y resistencia a ciertos agentes reactivos; se oxida rápidamente al aire y tiene poca resistencia a la tensión.

Aunque el plomo posee cuatro electrones en su órbita de valencia, sólo dos se ionizan fácilmente, en consecuencia, el estado de oxidación del plomo en los compuestos inorgánicos es +2 (OMS, 1979).

En condiciones apropiadas de síntesis, se forman compuestos estables, en los cuales el plomo está directamente ligado a un átomo de carbono (OMS, 1979).

El tetraetilo y el tetrametilo de plomo son compuestos orgánicos de este metal; los cuales tienen gran importancia, debido a su utilización como aditivos de combustión. Ambos, son líquidos incoloros de una volatilidad inferior a la de la mayoría de los componentes de la gasolina. La ebullición del tetrametilo de plomo es de 110°C y el del tetraetilo es de 200°C. Sin embargo, la escala de las temperaturas de ebullición en los hidrocarburos de la gasolina va de 20 a 200°C, por lo que la evaporación de la gasolina tiende a concentrar ambos derivados plúmbicos en el residuo líquido. Tanto el tetrametilo como el tetraetilo de plomo se descomponen a una temperatura de ebullición o a una temperatura inferior (Laveskog, 1971).

El análisis de los gases de escape de automotores pone de manifiesto que la proporción del tetrametilo respecto del tetraetilo aumenta a medida que se calienta el motor, lo cual muestra que el tetrametilo es más termoestable que el tetraetilo (Laveskog, 1971).

El plomo está colocado en el quinto sitio entre los metales más consumidos después del hierro, cobre, aluminio y zinc. Por lo tanto, se produce en mayor cantidad que otros metales tóxicos (Dyssen, 1986).

El plomo presente en el organismo humano entra por vía respiratoria, por el tracto gastrointestinal, y por el contacto con la piel; posteriormente se traslada al torrente sanguíneo para distribuirse a todo el organismo, afectando especialmente a los tejidos y acumulándose en los huesos a través de los años (BMCTC, 1993).

Al viajar en la sangre llega a los "tejidos blandos", (tales como el hígado, riñones, pulmones, cerebro, músculos y corazón). Así mismo el plomo se mueve a los huesos y a los dientes. El 94% de la cantidad de plomo en los adultos es contenida en los huesos y en los dientes (USDHHS, 1993).

En la absorción de plomo en los pulmones, algunas fracciones inhaladas de aeropartículas se depositan en el tracto respiratorio (USDHHS, 1993). Siendo del 30 al 50 % de la cantidad inhalada dependiendo de factores como el tamaño de partículas y la tasa de ventilación (Morrow *et al.*, 1980; Rabinowitz, *et al.*, 1980). Cuando se depositan en el tracto respiratorio bajo, el plomo particulado es casi completamente absorbido, y todas las formas químicas parecen ser absorbidas (EPA, 1986; Morrow *et al.*, 1980).

El 35% del plomo inhalado por el hombre se deposita en los pulmones, pero no se conoce la absorción directa en los depósitos pulmonares, pero cabe suponer que una exposición continua de $1 \mu\text{g}/\text{M}^3$ de plomo de aire produce niveles de plomo de aproximadamente $1.0\text{-}2.0 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ de sangre (OMS, 1979).

La absorción gastrointestinal de plomo de una dieta es de 6 a 10% de la cantidad ingerida (Rabinowitz *et al.*, 1980). Cuando el plomo es consumido en solución acuosa con alimentos, la entrada por el intestino puede ser tan alta como 80%, aún en personas con buen estado alimenticio (Hernández *et al.*, 1991). La ingestión de plomo depositado en el polvo, suelo, comida y agua puede contribuir hasta con un 50 % de la entrada total (Duggan *et al.*, 1985).

Alrededor del 90% de la carga total de plomo en el cuerpo está presente en huesos y dientes, como una fracción estable, la cual no es indicada exactamente por el nivel de plomo en sangre. En la sangre el 95% del plomo

está ligado a los eritrocitos. El nivel de plomo en sangre es el mejor indicador de la exposición actual (GEMS, 1982).

El plomo se acumula en el organismo durante toda la vida. Sin embargo, la menor acumulación son los tejidos blandos, incluyendo, la sangre (OMS, 1979).

Así como el plomo entra al organismo y se acumula, también existen algunas vías por donde se elimina, por ejemplo: en la orina el plomo se elimina en un 76%; en el tracto gastrointestinal, 16% y el 8% restante se excreta por sudor, exfoliación cutánea y pérdida de cabello, aunque de esto poco se sabe (Roels *et al.*, 1974).

Existen estudios experimentales realizados en animales de laboratorio para observar los efectos del plomo. Se han encontrado tumores benignos y malignos por exposición al acetato de plomo; sin embargo, a la fecha no se han observado efectos carcinógenos en el hombre. La disminución en la fecundidad, en animales expuestos a plomo, es otro efecto nocivo causado por el plomo. En ocasiones se han llegado a presentar afecciones más serias, como son trastornos cerebrales; sobre todo en niños pequeños (Goyer y Rhune, 1973).

La absorción del plomo depende también del estado físico y químico en que se encuentre el metal y de los factores vinculados con el organismo receptor, como son la edad y el estado fisiológico. La cantidad de alimentos ingeridos, del aire respirado, con la correspondiente ingestión o inhalación de plomo, son funciones de actividad metabólica. Por lo que los hombres que se dedican a trabajos pesados respiran más aire y comen más alimentos que las personas que son sedentarias de igual peso y los niños ingieren casi tanto

alimento y respiran casi tanto aire como los adultos de edad madura (OMS, 1979).

La porción de absorción de plomo gastrointestinal de una dieta típica es de 10 a 15 % de la cantidad ingerida (Morrow *et al.*, 1980).

VI. METODOS

AREA DE INVESTIGACION: Sociomédica.

TIPO DE ESTUDIO: Observacional analítico.

TIPO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA: 500 dientes.

CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA:100 dientes.

6.1 UNIVERSO DE LA MUESTRA

La población de estudio consistió en niños de ambos sexos, hasta 12 años de edad que asisten a las clínicas periféricas de la Facultad de Odontología (F.O.-U.N.A.M.) localizadas en los suburbios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

A través de haber establecido indicadores de clase social, fue posible determinar la existencia de diferencias de clase social, así como determinar la existencia de diferencias de acuerdo al nivel de ingreso socioeconómico. Estas determinaciones se hicieron a través de los siguientes indicadores: ocupación de los padres, escolaridad de los padres, y/o valor del mercado inmobiliario en la zona en la que se localiza la casa-habitación y escuela del niño donante de D.D., edad, sexo, utilización de crayones, pintura y años de vivir en ese lugar.

La clasificación de acuerdo a ocupación y escolaridad fue tomada (modificada) del procedimiento usado en el Sistema de Control, Registro y Evolución de Pacientes (S.I.C.O.R.E.P.) de la Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México. Esta modificación tomó en cuenta el supuesto de que, mientras más alto sea el nivel de estimación social; en el que se encuentre la ocupación de una persona, mayor será su clase social; un supuesto similar obró en el caso de la escolaridad de los padres, en tanto que se supuso que mientras más alta sea la clase social de una persona, habrá tenido oportunidad de obtener más años de escolaridad formal.

Los datos de la ficha de identificación fueron acumulados en una base de datos, cotejados y depurados individualmente. Se hizo una revisión retrospectiva de por lo menos 30% de los registros en forma aleatoria para corroborar la confiabilidad de la base de datos.

6.2 CRITERIOS DE INCLUSION

- A) Pacientes de ambos sexos.
- B) Pacientes menores de 12 años de edad.
- C) Pacientes que residan dentro de la Z.M.C.M.
- D) Pacientes con nivel socioeconómico alto.
- E) Pacientes con nivel socioeconómico bajo.
- F) Pacientes que asistan a escuelas dentro de la Z.M.C.M.

6.3 CRITERIOS DE EXCLUSION

- A) Pacientes mayores de doce años de edad.
- B) Amelogénesis imperfecta.
- C) Dientes obturados.
- D) Distensión.
- E) Dientes permanentes.
- F) Dientes en erupción.

6.4 DEFINICION DE VARIABLES

Se empleó el formato de datos personales de la ficha de identificación.

SEXO:

Definición teórica:

Diferencia física constitutiva entre el hombre y la mujer.

Definición operacional:

Se registró según lo expresado por el encuestado.

EDAD:

Definición teórica:

Tiempo transcurrido en que una persona ha vivido a partir del nacimiento.

Definición operacional:

Se registró el número de años cumplidos según lo expresó el encuestado.

NIVEL SOCIOECONOMICO:

Definición teórica:

Estatus del individuo de acuerdo a la zona donde habita, tipo de alimentación, tipo de pintura o terminado que existe en casa, ocupación de los padres, escolaridad, etc.

Definición operacional:

Los parámetros, categorías y valores se registraron de acuerdo a cada una de las variables.

ZONA METROPOLITANA:

Definición teórica:

Lugar donde habita el paciente por zonas geográficas de la Z.M.C.M.

Definición operacional:

Según lo expresado por el encuestado.

4 áreas de la Z.M.C.M.

Escala de medición:

N = 1

S = 2

P = 3

O = 4

C = 5

N = NORTE
S = SUR
P = PONIENTE
O = ORIENTE
C = CENTRO

6.5 MAPEO GEOGRAFICO

El nivel de contaminación ambiental en la Z.M.C.M. se determina diariamente de acuerdo a ediciones de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). Estas evaluaciones han dividido a la Z.M.C.M. en regiones geográficas bien definidas, con determinaciones de contaminación propias. Una vez que las determinaciones fueron realizadas, fue posible establecer relaciones de asociación entre E.T.C.P. y las áreas geográficas en las cuales los niños donadores pasan la mayor parte del tiempo (hogar y escuela).

Las zonas geográficas arrojan compartimentos clasificados en A.G.E.B.S. (áreas geográficas-estadísticas básicas), colonias y delegaciones (Fig. 1).

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. AGUILAS | 7. VENUSTIANO CARRANZA |
| 2. XOCHIMILCO | 8. DR. VICTOR DIAZ PLIEGO |
| 3. NEZAHUALCOYOTL | 9. ARAGON |
| 4. DR. JOSE SALAZAR ILARREGUI | 10. NAUCALPAN |
| 5. PADIERNA | 11. DR. SALOMON EVELSON G. |
| 6. MILPA ALTA | |

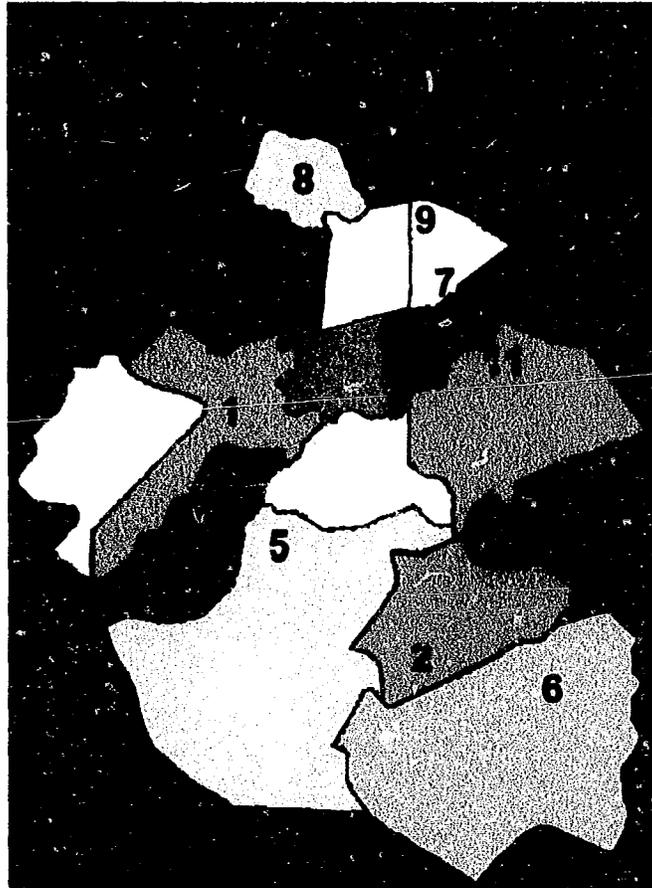


Fig. 1. Mapa Geográfico del Distrito Federal

6.6 COLECCION DE DIENTES

Se adquirieron 1000 frascos para realizar la recolección de dientes en las cuatro principales zonas del Distrito Federal y área metropolitana de la siguiente forma:

ZONA NORTE

AZCAPOTZALCO.....100

NAUCALPAN100

ZONA SUR

EXODONCIA.....	100
MILPA ALTA	100
ODONTOPEDIATRIA.....	100

ZONA ORIENTE

ARAGON.....	100
ORIENTE.....	100
NEZAHUALCOYOTL	100
VENUSTIANO CARRANZA.....	100

ZONA PONIENTE

CONTRERAS	100
-----------------	-----

Se realizó el formato para el registro de los datos personales y ficha de identificación.

En cada clínica periférica (Fig. 2), se encargó al jefe de enseñanza y los profesores de odontopediatría, de la recolección de los dientes deciduos (D.D.), se entregaron 150 formatos de registro, 100 frascos, 150 etiquetas autoadheribles chicas y 150 etiquetas autoadheribles grandes, 3 Lts. de Clorox M.R. (hipoclorito de sodio comercial sin diluir al 6% de cloro libre) y se les dieron las instrucciones precisas para el llenado de la ficha de identificación.

DR. JOSE SALAZAR ILARREGUI

DR. VICTOR DIAZ PLIEGO

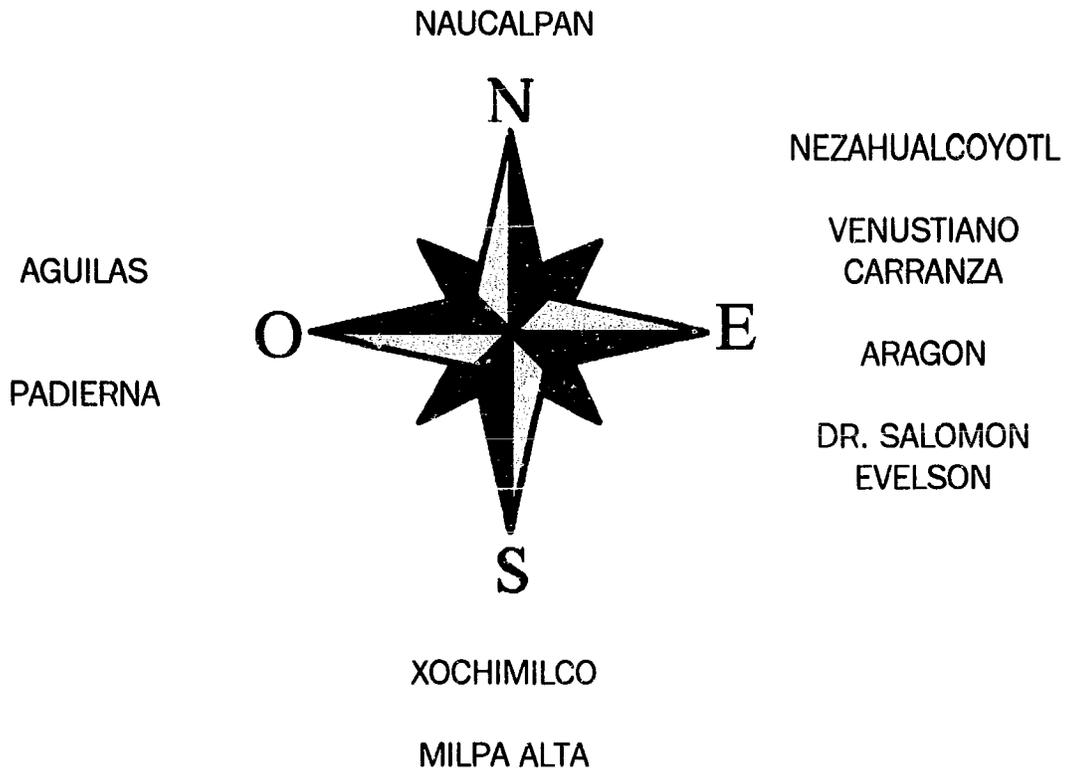


Fig. 2. Rosa de los vientos con la localización de las clínicas periféricas.

Se empezó la recolección de los dientes utilizando el formato para registro de datos personales y ficha de identificación para ser llenada con letra de molde y sin dejar ningún dato sin contestar en el espacio indicado para éstos.

Se recolectaron dientes temporales que no tuvieran obturaciones previas durante un período de 12 meses, 500 dientes deciduos fueron recolectados. Algunos dientes estuvieron programados para extracción y otros habían sido exfoliados naturalmente.

Cada diente tuvo un número clave ligado a una ficha de identificación con el nombre del donador, sexo, edad (en años y meses), dirección completa del hogar del niño y de la escuela a la que acude, intervalo de tiempo que ha vivido en el lugar, ocupación y escolaridad de la madre y padre, historia clínica, fecha de extracción, tipo de diente, odontograma completo y nombre de la clínica periférica donde se realizó la extracción.

La recolección de las muestras se realizó bajo las siguientes instrucciones:

1. Los dientes deciduos recolectados no deben haber sido obturados con metales.
2. Los dientes deciduos fueron limpiados de restos periodontales todavía adheridos después de la extracción/exfoliación y enjuagados rápidamente en agua corriente.
3. Los dientes deciduos fueron secados manualmente.
4. Los dientes deciduos fueron sumergidos en hipoclorito de sodio comercial (Clorox M.R. sin diluir, a 6% de cloro libre en el frasco).
5. Cada diente deciduo tendrá un número de folio y odontograma en el frasco (etiquetas autoadheribles).

Finalmente los dientes fueron ubicados por zona y número de folio de la siguiente manera:

ZONA NORTE:

AZCAPOTZALCO	N1	N14
NAUCALPAN	N15	N25

ZONA SUR:

EXODONCIA	S26	S34
MILPA ALTA	S35	S40
ODONTOPEDIATRIA	S41	S50

ZONA ORIENTE:

ARAGON	051	057
ORIENTE	058	066
NEZAHUALCOYOTL	067	071
VENUSTIANO CARRANZA	072	075

ZONA PONIENTE:

CONTRERAS	P76	P100
-----------	-----	------

6.7 LIMPIEZA DE MATERIAL

Se preparó una solución de ácido nítrico al 20% para el lavado del material. de la manera siguiente:

En un matraz de un litro, se colocaron 200 mL de agua desionizada y 200 mL de ácido nítrico. Enseguida se aforó al litro con agua desionizada y se agitó vigorosamente para mezclar completamente.

La cristalería y viales de plástico utilizados en el tratamiento y el análisis de las muestras fueron lavados con agua de la llave y enjuagados cinco veces con agua destilada, se remojaron por 24 horas con ácido nítrico al

20% v/v. Al término de este tiempo, se enjuagaron ocho veces con agua desionizada. Los vasos de precipitados se secaron en la estufa a 103°C por una hora, se enfriaron y pesaron.

Esta operación se repitió hasta que se obtuvo peso constante. Los viales se secaron en la estufa a 60°C. El material restante se secó a temperatura ambiente.

6.8 PREPARACION DE LAS MUESTRAS

La solución de hipoclorito de sodio (Clorox M.R.) que se utilizó para conservar los dientes fue desechada. Los dientes se enjuagaron diez veces y se remojaron por 24 horas, con agua desionizada. Transcurrido este tiempo, se enjuagaron diez veces con agua desionizada, se colocaron en vasos de precipitado de 15 mL. Los vasos con dientes se colocaron en una estufa, en donde se secaron a 103°C por una hora; en seguida se enfriaron en un desecador con silica gel y se pesaron. Este procedimiento se repitió secundario por 30 minutos, hasta obtener peso constante.

Se procesaron dientes completos de la siguiente manera: se adicionó, con micropipeta, un mL de ácido nítrico grado Suprapur a cada uno de los vasos de precipitado, se taparon con vidrios de reloj y se dejaron en reposo por toda la noche.

Al día siguiente, las muestras se calentaron en una parrilla. El calentamiento se hizo moderado, teniendo cuidado de que las muestras no hirvieran. Una vez terminado este paso, los vasos se enfriaron y las soluciones fueron transferidas cuantitativamente a matraces volumétricos de

10 mL. Los vasos y los vidrios de reloj se enjuagaron con agua desionizada, adicionando estas soluciones de enjuague a los matraces con las muestras. Finalmente, las soluciones fueron llevadas al volumen con agua desionizada. Como una medida de control, se trataron blancos de agua desionizada en forma simultánea, siguiendo el procedimiento descrito para las muestras.

6.9 ANALISIS

El contenido de Pb se determinó por espectrofotometría de absorción atómica utilizando el espectrofotómetro de absorción atómica de doble haz GBC, Modelo 932AA fabricado en Australia por GBC Scientific Equipment Pty Ltd. Equipado con horno de grafito (GF 3000) y automuestreador para 60 muestras (PAL 3000), lámpara de cátodo hueco Photron, tubos de grafito pirolíticamente recubiertos, y viales de plástico de 2 mL para el automuestreador.

En el análisis se utilizaron los métodos de aspiración directa con flama de aire acetileno en 88 muestras, a una longitud de onda de 217 nm; y el de sin flama con horno de grafito en 12 muestras, a una longitud de onda de 283.3 nm, utilizando, en ambos métodos, corrección de fondo con lámpara de arco de deuterio. Los estándares de calibración se prepararon diluyendo la solución madre con agua desionizada y 1 mL de ácido nítrico concentrado Suprapur (Merck).

La curva de calibración para la determinación de plomo con flama se hizo aspirando directamente los estándares en la flama, mientras que para la

determinación sin flama se hizo inyectando 20 μ L de muestra en el horno. Se realizaron lecturas duplicadas de todos los estándares y muestras.

6.10 CONTROL DE CALIDAD

Se utilizó el método de recuperaciones (estimación del sesgo "bias" del método analítico, determinado de la adición de analito a muestras naturales) por medio de una adición de laboratorio "laboratory spike" (volumen conocido de analito que es adicionado a la muestra). La diferencia en concentración entre las muestras con adición y sin adición se utilizó para calcular la recuperación en porciento (Keller et al., 1988). El sesgo, "bias", es la desviación persistente positiva o negativa del valor medido con respecto a un valor verdadero, debida al método experimental).

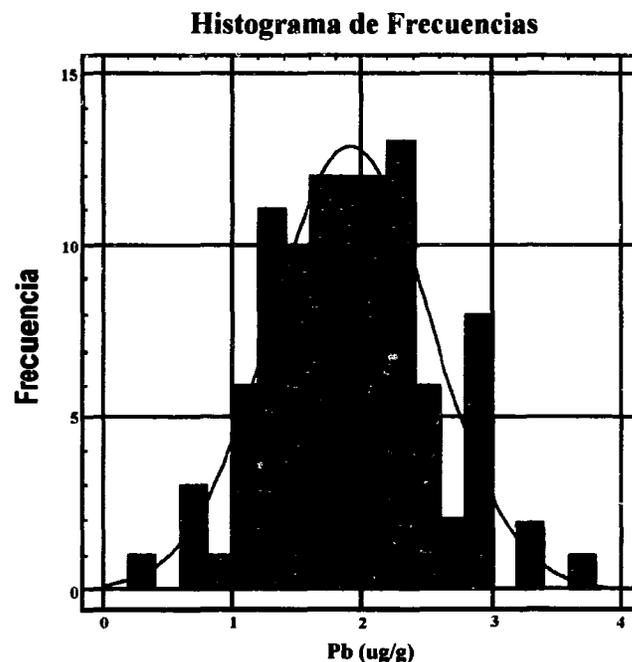
6.11 ANALISIS ESTADISTICO

Para desarrollar los diferentes cálculos estadísticos se utilizó el software Statgraphics versión 2.6. Se hizo un histograma de frecuencias de la concentración plomo, el cual presentó una distribución sesgada hacia la derecha. Se hizo una transformación de los datos a logaritmos naturales y se aplicó la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov (Daniel, 1985), la cual determina que tan bien se ajusta la distribución acumulada de los datos de la muestra con respecto a alguna distribución acumulada teórica. Si hay concordancia entre estas dos distribuciones, se acepta la hipótesis nula (H_0)

de que la muestra proviene de la población especificada. La diferencia entre las diferencias de distribución acumulada se mide por medio del estadístico DN (distancia vertical máxima entre las funciones). La H_0 se rechaza si el valor calculado de DN es mayor que el obtenido en la tabla de valores críticos de Kolmogorov en un nivel de significancia de 5%, en una prueba de dos colas.

En este estudio se probó la H_0 : la muestra proviene de una población con distribución lognormal. La DN obtenida fue de 0.0467, la cual es menor que el valor crítico de 0.136 a un nivel de significancia $\alpha=0.05$; por lo tanto, se acepta la H_0 de que los datos se ajustaron a una distribución aproximadamente lognormal (Gráfica 1).

Por consiguiente, en la estadística descriptiva se utilizó la media geométrica.



Gráfica 1. Gráfica que muestra el histograma de frecuencias de la concentración de plomo en dientes deciduos transformada a logaritmos naturales. Sobrepuesta se encuentra la distribución lognormal.

Para el análisis estadístico, en base al cuestionario, se clasificaron los datos con respecto al sexo, edad y zona de residencia. En la variable edad, de acuerdo con la distribución de frecuencias, se hicieron las tres clasificaciones siguientes: 1 a 4 años, 5 a 8 años y 9 a 12 años.

Para estimar si existen diferencias en localización (medias o medianas) de la concentración de plomo con las variables consideradas se aplicaron pruebas no paramétricas, debido a que la distribución de Pb es aproximadamente lognormal. La prueba para dos muestras independientes de Wilcoxon-Mann-Whitney (aproximación a la normal para muestras grandes) fue utilizada para estimar si había diferencias en la concentración entre los sexos (Sprent, 1989). Esta prueba es empleada para comparar las medias observadas de dos muestras independientes, en la que se prueba la hipótesis nula (H_0) no hay diferencia en la localización (las medianas o medias son iguales). Para probar la H_0 , se utilizó la prueba de aproximación a la normal (Z) para muestras grandes, con corrección de continuidad, la cual tiene una distribución aproximadamente normal estándar (Sprent, 1989). Se rechaza la H_0 , si el valor absoluto de Z ($|Z|$) es mayor que 1.96 (valor crítico de Z), es una prueba de dos colas y un nivel de significancia de 5%.

Para estimar diferencias de la concentración de plomo de los niños que viven en las diferentes zonas de residencia y entre las edades se aplicó la prueba para tres o más muestras independientes de Kruskal-Wallis (Sprent, 1989), la cual es utilizada para probar la H_0 : todas las muestras son de la misma distribución, contra la H_1 (hipótesis alternativa): por lo menos una muestra es de una distribución con una localización diferente. El estadístico de prueba es T, el cual tiene una distribución aproximadamente ji-cuadrada con $t-1$ grados de libertad para una N moderada o grande, si el valor de T

calculado es menor que el valor crítico de χ^2 , se acepta la hipótesis nula de que todas las muestras llegan de la misma población, con n grados de libertad y un nivel de significancia $\alpha=0.05$, en una prueba de una cola.

Para determinar si existe asociación entre la concentración de plomo y las variables edad, sexo, zona de residencia y nivel socioeconómico, se hicieron pruebas de independencia, las cuales son utilizadas para probar la hipótesis nula de que dos criterios de clasificación, son independientes (Daniel, 1985).

La clasificación de acuerdo con dos criterios, se muestran mediante una tabla, en la cual los renglones (r) y las columnas (c) representan los diversos niveles del primero y segundo criterios de clasificación, respectivamente; esta tabla recibe el nombre de tabla de contingencia (Daniel, 1985). La hipótesis nula de que los dos criterios de clasificación son independientes, se prueba con la distribución ji-cuadrada (χ^2). Si el valor calculado de χ^2 es mayor que el valor crítico de χ^2 , en algún nivel de significancia y n grados de libertad, se rechaza la hipótesis nula.

En la variable sexo, se hizo una tabla de 2×2 , aplicándose la corrección para continuidad de Yates (Everitt, 1992); con las variables edad y nivel socioeconómico se hicieron tablas de 3×2 ; y para la variable zona de residencia las tablas fueron de 4×2 . En todos los casos, la media geométrica de la concentración de plomo fue tomada como referencia.

Para determinar el nivel socioeconómico se tomaron como parámetros: el tipo de pintura utilizada en el acabado de la casa, la escolaridad y ocupación de los padres. El cálculo se hizo de la siguiente manera: a cada parámetro se le asignaron categorías y a cada una de ellas se le dio un valor. Los parámetros, categorías y valores asignados a cada una de las variables son las siguientes:

Tipo de pintura:

Esmalte	3
Vinílica	2
Otra	1

Escolaridad de los padres:

Profesional	4
Preparatoria	3
Secundaria	2
Primaria	1

Ocupación del padre:

Profesionista	4
Otro	3
Comercio	2
Empleado	1

Ocupación de la madre:

Profesionista	4
Comercio	3
Empleado	2
Hogar	1

VII. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la prueba de recuperaciones se dan en la tabla 1.

TABLA 1. Recuperación de plomo en muestras de dientes deciduos.

DIENTE	ADICIÓN	CONCENTRACION ENCONTRADA ($\mu\text{g/g}$)	RECUPERACION (%)
1	0	6.7 b	0
2	0	10.2 b	0
1	72.4 c	83.3 a	106
2	80.2 c	97.0 a	108

Recuperación (%) = $100 [(a-b)/c]$ (Keller *et al.*, 1988)

en donde:

a=concentración medida en la muestra con adición de analito.

b=concentración medida en la muestra sin adición.

c=concentración calculada del analito adicionado.

Ejemplo:

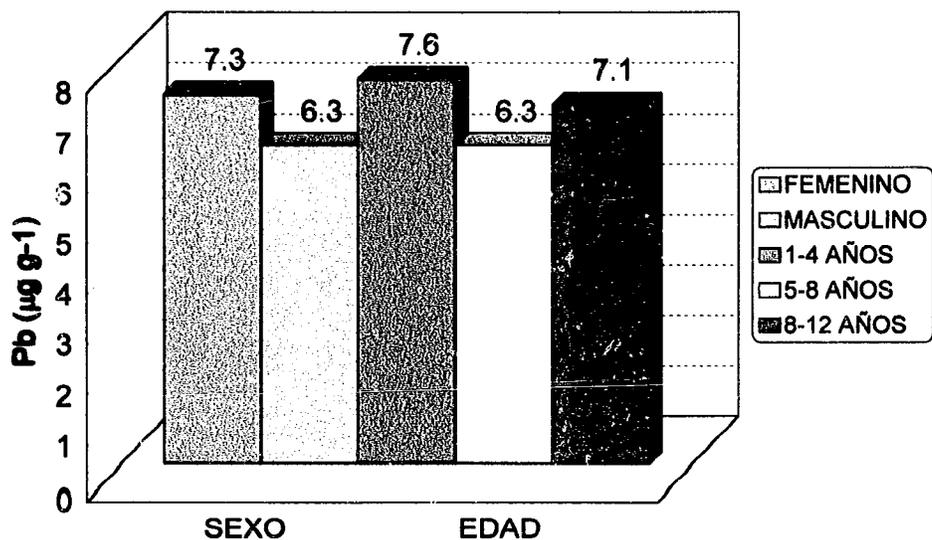
De la tabla 1:

$$R(\%) = 100[(83.3 - 6.7)/72.4] = 105.8 \approx 106$$

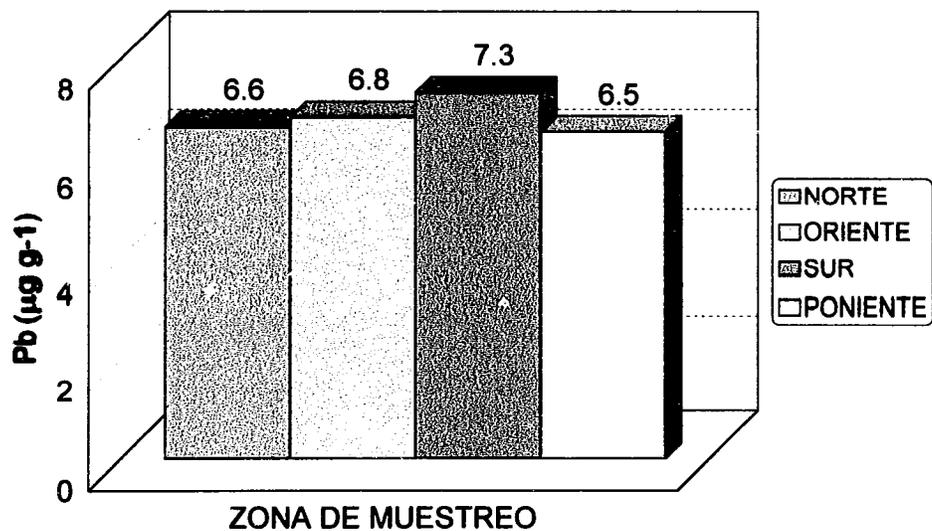
En la tabla 2 se muestran las medias, aritmética y geométrica, con sus respectivas desviaciones estándar de las concentraciones de plomo de todos los dientes y por tipo de diente. Por otro lado, en las gráficas 2 y 3 se muestran los diagramas de barras con las concentraciones de plomo (media geométrica) encontradas en ambos sexos y en los diferentes intervalos de edad (Gráfica 2) y en las cuatro zonas de residencia (Gráfica 3).

TABLA 2. Concentración de Pb ($\mu\text{g/g}^{-1}$, peso seco) en dientes deciduos.

TIPO DE DIENTE	N	MEDIA ARITMETICA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA GEOMETRICA	DESVIACION ESTANDAR GEOMETRICA
TODOS					
TOTAL	100	8.28	6.18	6.77	1.85
SUPERIORES	66	9.19	6.61	7.56	1.85
INFERIORES	34	6.50	4.86	5.46	1.77
INCISIVOS					
TOTAL	28	9.10	5.91	7.57	1.88
SUPERIORES	20	10.69	6.19	9.27	1.72
INFERIORES	8	5.12	2.29	4.55	1.77
CENTRALES	12	11.52	6.89	9.99	1.73
LATERALES	16	7.28	4.45	6.14	1.86
CENTRALES					
CENTRALES SUPERIORES	10	12.26	7.38	10.49	1.81
CENTRALES INFERIORES	2	7.82		7.82	
LATERALES					
LATERALES SUPERIORES	10	9.12	4.59	8.20	1.61
LATERALES INFERIORES	6	4.22	1.85	3.80	1.72
CANINOS					
TOTAL	26	10.44	8.79	8.16	1.99
SUPERIORES	20	10.49	8.67	8.43	1.90
INFERIORES	6	10.30	10.00	7.34	2.43
MOLARES					
PRIMEROS	26	6.33	3.85	5.50	1.69
SEGUNDOS	20	6.84	3.67	5.96	1.73
PRIMEROS SUPERIORES	16	7.25	4.51	6.15	1.81
PRIMEROS INFERIORES	10	4.86	1.83	4.59	1.41
SEGUNDOS SUPERIORES	10	6.73	4.40	5.64	1.86
SEGUNDOS INFERIORES	10	6.96	3.00	6.30	1.64



Gráfica 2. Diagrama de barras de la media geométrica de la concentración de plomo en dientes deciduos en ambos sexos y en el intervalo de edades. El valor arriba de la barra es la media geométrica.



Gráfica 3. Diagrama de barras que muestra la media geométrica de la concentración de plomo en dientes deciduos por zona de residencia. El valor arriba de la barra es la media geométrica.

En la tabla 3 se muestran los resultados de la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis.

TABLA 3. Resultados de la comparación de la concentración de plomo con las zonas de residencia y con las edades, utilizando la prueba de Kruskal-Wallis.

VARIABLES	ESTADISTICO (T)
Norte-Oriente-Sur-Poniente	0.05857
1-4, 5-8 y 9-12 años	1.68037

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas de asociación con tablas de contingencia.

TABLA 4. Asociación entre las concentraciones de plomo en dientes deciduos y las zonas de residencia, edad, sexo y el nivel socioeconómico.

VARIABLE	χ^2	χ^2 CRITICA	GRADOS DE LIBERTAD ^a
ZONA	1.7600	7.815	3
SEXO	3.2452	3.841	1
EDAD	2.3055	3.841	2
NIVEL SOCIOECONOMICO	0.7312	5.991	2

^a Grados de libertad = (r-1) (c-1): en donde r=número de renglones y c=número de columnas

VIII. DISCUSION

Se analizaron un total de 100 dientes completos, los cuales tuvieron una media geométrica (X_g) de $6.77 \mu\text{g/g}^1$, de los cuales, 66 fueron superiores con una $X_g=7.56 \mu\text{g/g}^1$ y 34 inferiores con una $X_g=5.48 \mu\text{g/g}^1$ (Tabla 2). Estos resultados nos muestran que los dientes superiores tuvieron una concentración de plomo mayor que la de los inferiores, lo cual concuerda con los resultados encontrados por Smith *et al.* (1983). Donde se estima que el 62.4% de los niños que se eligieron para el estudio, presentaron los mismos valores.

Por otra parte, del total de dientes analizados, 54 correspondieron al sexo femenino y 46 al sexo masculino, con medias geométricas de 7.3 y $6.3 \mu\text{g/g}^1$, respectivamente (Gráfica 2). Estos resultados nos indican que el sexo femenino tuvo una concentración mayor que el sexo masculino; sin embargo, de la prueba no paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney se obtuvo una $|Z|=1.73$ (en una prueba de dos colas y un nivel de significancia de 5%), que es inferior al valor crítico de Z; por lo tanto, se acepta la H_0 : no hay diferencia en localización (las medianas o medias son iguales), o sea, que no hay diferencia significativa de la concentración de plomo entre los sexos.

Con respecto a los grupos de edades, las concentraciones de plomo encontradas fueron las siguientes: el grupo de 1 a 4 años (11 muestras) tuvo una $X_g=7.6 \mu\text{g/g}^1$, el de 5 a 8 años (43 muestras) una $X_g=6.3 \mu\text{g/g}^1$ y el de 8 a 12 años (46 muestras) una $X_g=7.1 \mu\text{g/g}^1$ (Gráfica 2). De estos resultados podemos decir que el grupo que mostró una concentración ligeramente superior fue el de 1 a 4 años; esto puede deberse a que los

niños en este intervalo de edad son los que tienden a llevarse a la boca más objetos, que tal vez pueden contener plomo. Sin embargo, los resultados obtenidos en la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Tabla 3) con un estadístico $T=1.680$, el cual es menor que el valor crítico de la $\chi^2=5.991$, a un nivel de significancia de 5% y con 2 grados de libertad; por lo consiguiente, se acepta la H_0 : los grupos no difieren en la media, lo que nos permite concluir que no hay diferencia significativa entre las medias de los tres grupos de edades.

La comparación de la concentración de plomo en dientes de los residentes que viven en las diferentes zonas de residencia, nos indicaron que no hay diferencia en las medias, de acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, con un estadístico $T=0.058$ (Tabla 3), valor que es menor que el valor crítico de la $\chi^2=7.815$, a un nivel de significancia de 5% y 3 grados de libertad. Las concentraciones de plomo encontradas en los dientes de los residentes por zona de residencia fueron muy parecidas, con un intervalo de 6.5 a 7.3 $\mu\text{g/g}^1$ (Fig. 5). Los residentes de la zona sur presentaron una concentración mayor, $X_g=7.3 \mu\text{g/g}^1$, seguida de los residentes de la zona oriente, $X_g=6.8 \mu\text{g/g}^1$; los residentes de las zonas norte y poniente presentaron concentraciones muy parecidas, con medias geométricas de 6.6 y 6.5 $\mu\text{g/g}^1$, respectivamente. Esta pequeña variación que no es estadísticamente significativa en la concentración de plomo puede deberse a que los residentes de la Z.M.C.M. no están en un lugar fijo, ya que pueden trasladarse a diferentes sitios de la ciudad. Sin embargo, la absorción de plomo por el organismo no se debe solamente a la exposición a la contaminación atmosférica, sino a otros factores, como se ha explicado anteriormente en la introducción y en los antecedentes.

Los resultados obtenidos en las pruebas de asociación (independencia) con tablas de contingencia (Tabla 4) nos muestran que no hay dependencia entre las concentraciones de plomo en dientes y las diferentes variables consideradas, ya que el valor de la χ^2 calculada fue menor, en todos los casos, que el valor crítico de la χ^2 (Tabla 4) a un nivel de significancia de 5%. Esto significa que la concentración de plomo en dientes es independiente de la zona de residencia, edad, sexo y nivel socioeconómico.

Al comparar los niveles de plomo entre los diferentes tipos de dientes (Tabla 2), se encontró que los caninos tuvieron la concentración más alta, $X_g=8.16 \mu\text{g/g}^{-1}$; seguidos por los incisivos con $X_g=7.57 \mu\text{g/g}^{-1}$; y por último los molares, los segundos con una $X_g=5.96 \mu\text{g/g}^{-1}$ y los primeros con una $X_g=5.5 \mu\text{g/g}^{-1}$. A excepción de los dientes molares segundos inferiores ($X_g=6.3 \mu\text{g/g}^{-1}$), todos los dientes superiores tuvieron mayor concentración de plomo que los inferiores: incisivos ($X_g=9.27 \mu\text{g/g}^{-1}$) > caninos ($X_g=8.43 \mu\text{g/g}^{-1}$) > primeros molares ($X_g=6.15 \mu\text{g/g}^{-1}$) > segundos molares ($X_g=5.64 \mu\text{g/g}^{-1}$).

En los dientes incisivos, los centrales y laterales superiores ($X_g=10.49$ y $8.2 \mu\text{g/g}^{-1}$), respectivamente tuvieron mayor concentración que los centrales y laterales inferiores superiores ($X_g=7.82$ y $3.8 \mu\text{g/g}^{-1}$), respectivamente. Así mismo, los centrales superiores mostraron mayor concentración que los laterales superiores. Lo anterior sucede también, pero con los inferiores.

Con respecto a los molares, los primeros superiores ($X_g=6.15 \mu\text{g/g}^{-1}$), mostraron una concentración mayor que la de los segundos superiores ($X_g=5.64 \mu\text{g/g}^{-1}$); en cambio, los primeros inferiores ($X_g=4.59 \mu\text{g/g}^{-1}$), tuvieron menor concentración que los segundos inferiores ($X_g=6.3 \mu\text{g/g}^{-1}$).

Existen varias razones por las cuales los dientes deciduos fueron utilizados en lugar de dientes permanentes. En este estudio la concentración de plomo fue más pronunciada que en los adultos. Concentraciones de plomo más altas han sido reportadas en dientes deciduos que en dientes permanentes (Attramadal y Jonsen, 1976). También los dientes deciduos fueron más fáciles de obtener en diferentes áreas seleccionadas.

Los dientes permanentes generalmente estaban obturados y con caries, otra ventaja de los dientes deciduos es que son muy buenos ejemplos de sujetos que han vivido en una sola locación. Una desventaja de los dientes permanentes, es que el nivel de plomo se incrementa con la edad (Derise y Ritchey, 1974).

Purchase y Fergusson (1986) mostraron que la acumulación de plomo dependía del tipo de diente a investigar, teniendo mayor contenido los dientes permanentes por la acumulación a través del tiempo.

Por otro lado Bercovitz y Laufer (1990) mostraron que el tipo de diente tenía una relación con la acumulación de plomo. En el presente trabajo se supone que la absorción sistémica puede ocurrir en el esmalte después que los ameloblastos se han diferenciado así que los niveles de plomo en dientes no dependen de la edad.

Tomando en cuenta todos los reportes publicados en la literatura internacional nuestros resultados presentan una diferencia significativa, esto puede ser debido a que una de las principales fuentes de contaminación por plomo en la Ciudad de México es por automotores que usan gasolina con plomo y que emiten el plomo a la atmósfera. En México el contenido de plomo gasolina (NOVA) era de 0.64 mL/galón (I.M.P., 1987) hasta el presente el contenido de tetraetilo de plomo se ha reducido en un 92%

(SEDESOL-INE, 1993-1994). Sin embargo, a pesar de estas medidas, no se ha logrado una reducción significativa de los niveles de plomo ambiental debido que actualmente en la Z.M.C.M. circulan más del 80 % de vehículos que consumen gasolina con plomo (aprox. 3'000,000 vehículos).

Los resultados de la asociación entre las concentraciones de plomo en dientes deciduos de estudios e investigaciones que se han realizado en otras partes del mundo nos arrojan las siguientes comparaciones, Lindvall y Radford en 1973 reportaron en dientes deciduos en un estudio efectuado en el norte de Irlanda concentraciones de 4.8 a 9.7 $\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ que en 3 muestras diferentes mostraron una \bar{X}_g de 4.8, 8.3 y 9.7 $\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ respectivamente comparado con este estudio 6.7 < 8.3 a 10.2 > 9.7. Needleman en 1974 un año después que Lindvall y Radford publicaron un estudio realizado en Filadelfia con niveles de 34.4 $\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ en dientes deciduos no concordando dichos resultados con los alcanzados en la actualidad, tomando en cuenta que el lugar de estudio en ese año se comparaba con la zona metropolitana de la Ciudad de México, Attramadal y Jonsen en 1976, y Langmyhr y Sundli en 1974, en Oslo, Noruega, reportaron niveles de 1.5 a 13.4 $\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ en dientes deciduos y de 0.9 a 7.8 $\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ en dientes permanentes; sin embargo, Altshuller en 1962 en Cincinnati reportó en dientes deciduos 15.1 $\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$; Fosse en Noruega en el año de 1978, reportó en dientes deciduos 3.73 a 5.0 $\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$; Al-Naimi *et al.* en Birmingham en 1980, reportaron en dientes deciduos 6.6 a 12.0 $\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ de concentración de plomo en dientes deciduos con una media geométrica de 6.6 a 11.8 $\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ en dientes deciduos y de 2.7 a 8.2 $\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ en dientes permanentes cuyos resultados concuerdan con este estudio junto con el de Lappalainen y Knuutila realizado en Finlandia en el año de 1979 quienes reportaron 7.8 $\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ en dientes permanentes, lo cual nos demostró que

existe menor concentración de plomo en dientes permanentes; sin embargo, un año después Lappalainen y Knuutila del Institute of Dentistry, University of Kupio en el año de 1981 en Finlandia demostraron una concentración de plomo en dientes permanentes mucho mayor y en el mismo lugar de la que reporto tan solo un año antes ($7.8 \mu\text{g/g}^1$) contra $16.1 \mu\text{g/g}^1$ Sttenhout y Pourtois en 1981 en Bruselas reportaron de $0.30 \mu\text{g/g}^1$ a $43.0 \mu\text{g/g}^1$ en dientes permanentes no siendo este estudio comparable con el presente debido a que la gran diferencia de valores que fueron encontrados; en Boston reportaron Ellen *et al.* en 1986 una concentración de $2.79 \mu\text{g/g}^1$ lo que muestra que el origen principal de la acumulación de plomo es la contaminación ambiental ya que la ciudad de Boston en el año de 1986 era una de las ciudades con menor contaminación de la Unión Americana al igual que Aunhs en Dinamarca. Grandjean *et al.* en ese mismo año reportaron en dientes deciduos concentraciones de $5.5 \mu\text{g/g}^1$.

Frank *et al.* en estudios realizados en 3 locaciones en 1990 en Estrasburgo, México y Alsacia encontraron una concentración media de $11.6 \mu\text{g/g}^1$ en dientes permanentes, no concordando con los resultados encontrados por Herbert *et al.* en el mismo año en Estados Unidos de América de 3.0 a $3.3 \mu\text{g/g}^1$. Estudios mas recientes Rabinowitz en 1991 uno en Taipei, y otro en Boston 3.3 a $4.3 \mu\text{g/g}^1$ en dientes deciduos, Bercovitz y Laufer 1992 en Israel, Bellinger *et al.* en 1994 en Boston, Cleymaet *et al.* en Bélgica en 1991 y Rothenberg *et al.* México 1993, nos arrojan resultados de concentraciones mayores con medias geométricas de 10.51 a $11.53 \mu\text{g/g}^1$ desde hace mas de 2 años.

Los estudios que se han realizado en dientes deciduos no han considerado variables importantes como el sexo en este estudio se demuestra

que es mayor la concentración de plomo en el sexo femenino y que la concentración mas alta la presentaron los niños en el intervalo de edades de 1-4 años, así mismo que la zona con mayor contaminación es la zona sur y que no existen variables considerables en las zonas norte y oriente por lo consiguiente nos permite concluir que no hay diferencia significativa entre las edades, las concentraciones encontradas en los dientes de los residentes fueron muy parecidas, esto significa que la concentración de plomo en dientes deciduos es independiente de la zona de residencia, edad, sexo y nivel socioeconómico de acuerdo al tipo de diente concluimos que los caninos tienen la concentración mas alta seguidos por los incisivos y por último los molares, así mismo los dientes superiores tienen mayor concentración que los inferiores.

TABLA 5. Asociación entre las concentraciones de plomo en dientes deciduos y las zonas de residencia, edad, sexo y el nivel socioeconómico.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	LOCALIZACION GEOGRAFICA	CONCENTRACION DE PLOMO		OBJETO
Al-Naimi T, <i>et al.</i> Phys Med Biol 1980	Birmingham		11.8±6.6 12.0±7.6 8.2±2.7 8.5±4.2	Deciduos Deciduos Permanentes Permanentes
Al-Naimi T, <i>et al.</i> Phys Med Biol 1980	Birmingham		3.7-31.6%	Deciduos
Altshuller LF. J Pediatr 1962	Cincinnati		15.1 159.0 116.6	Deciduos Deciduos Deciduos
Attramadal A, Jonsen J. Acta Odontol Scan 1976	Oslo		1.5-13.4 0.9-7.8	Deciduos Permanentes
Langmyhr FJ, Sundli A. Anal Chim Acta 1974			2.39±1.5	Permanentes
Bellinger D, <i>et al.</i> Arch Environ Health 1994	Boston	13.7 µg/g	1.6-9.4	Deciduos
Bercovitz K, Laufer D. Arch Oral Biol 1992	Israel	p 0.05		Permanentes
Cleymaet R, <i>et al.</i> J Toxicol Environ Health 1991	Belgium	p.0089		
Ellen J, <i>et al.</i> J Toxicol Environ Health 1986	Boston	2.79	-4.463 -0.639	Deciduos
Fosse G. Arch Environ Health 1978	Noruega		3.73±5.0	Deciduos
Frank RM, <i>et al.</i> J Den Res 1990	Estrasburgo, México, Alsacia	11.6	21.8-1.5 µg/g	Permanentes
Grandjean P, <i>et al.</i> J Toxicol and Environ Health 1986	Aaurhs, Dinamarca	5.5		Deciduos
Herbert L, <i>et al.</i> JAMA 1990	Estados Unidos de Norteamérica		-3 -0.003	Permanentes Deciduos
Jiménez C, <i>et al.</i> Salud Pública Méx 1993	México	11.9-16.5	4-45 µg/g	Sangre
Lappalainen R, Knuutila M. Arch Oral Biol 1979	Finlandia	53.5 (7.8)		Permanentes
Lappalainen R, Knuutila M. Acta Odontol Scan 1981	Finlandia	26 µg/g	64.3 (16.1)	Permanentes
Lindvall T, Radford E. Environ Res 1973	Irlanda del Norte		9.7 8.3 4.8	Deciduos Deciduos Deciduos
Needleman HL. N Engl J Med 1974	Filadelfia		11.2±2.9 34.4±5.5	Deciduos Deciduos
Rabinowitz MB, <i>et al.</i> Arch Environ Health 1991	Tapei, Boston	3.8	4.3-3.3	Deciduos
Rothenberg SJ, <i>et al.</i> Salud Pública Méx 1993	México	< 0.10	16.6 µg/dl	Sangre
Sittenhouth AM, Pourtois. Brit J Ind Med 1981	Bruselas	43.0 µg/g 0.30 µg/g	-18.7	Permanentes

Este estudio México 6.7-10.2 Deciduos

IX. CONCLUSIONES

Los dientes pueden ser considerados estructuras importantes para el estudio de concentración de plomo ya que el plomo es incorporado dentro de la hidroxiapatita, reemplazando a los iones de calcio, quedando en una forma permanente en ellos.

En la presente investigación, de acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir:

Dados los problemas de contaminación en la Ciudad de México y aunque los niveles de plomo debidos a emisiones vehiculares se han reducido, las concentraciones de plomo encontradas se pueden considerar significativas.

Los niveles de plomo encontrados en ambos sexos, no mostraron diferencias significativas, aunque las concentraciones encontradas en el sexo femenino son ligeramente mayores que las del sexo masculino, por lo que se considera que el sexo no tiene influencia sobre el plomo.

Es necesario extender nuestros estudios a poblaciones expuestas y no expuestas con la finalidad de determinar si variables como el sexo, influyen o no la concentración de plomo.

La intoxicación por plomo es el mejor ejemplo de enfermedades de origen ambiental, la ingestión de sales de plomo, la exposición profesional a vapores de plomo o formas orgánicas de plomo y pinturas, niños que mastican o lamen materiales caseros pintados con plomo, empleo de productos de cerámica mal preparados con una capa que contiene plomo, agua de bebidas contaminadas sobre todo en casas viejas con tuberías de plomo y el consumo copioso de whisky clandestino preparado todavía en alambiques de plomo, los

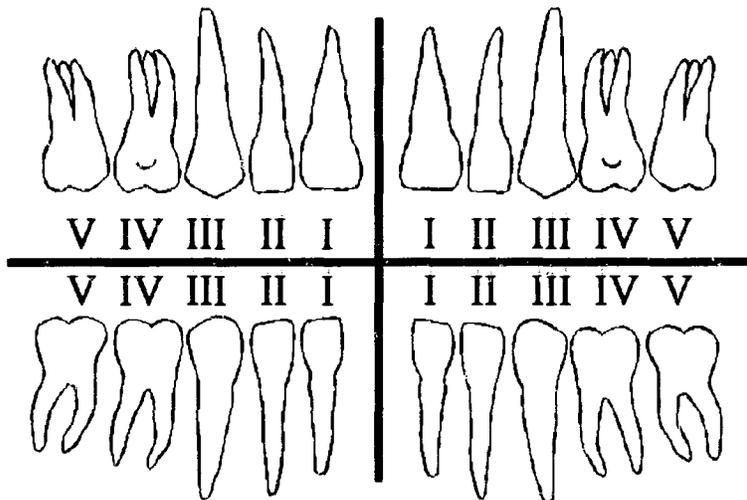
tubos de escape contaminan no solo el aire sino también el suelo y por lo tanto aguas y alimentos. Valores tan bajos como 80 $\mu\text{g/mL}$ en la sangre ya pueden ser causa de síntomas clínicos, la contaminación por plomo provoca anemia, la formación local y la precipitación de sulfuro de plomo en la mucosa de la encía crea la llamada "línea saturnina" esta pigmentación la simula también la intoxicación por mercurio y por bismuto, así como el cambio de color inflamatorio del tejido gingival en la gingivitis crónica.

En gran parte la intoxicación por plomo puede evitarse principalmente en los niños con leyes prohibiendo el empleo de pinturas y terminados en juguetes con plomo, así como el plomo en las gasolina para poder en un futuro controlar esta "epidemia silenciosa" (Rothschild, 1971).

X. PERSPECTIVA PARA INVESTIGACIONES FUTURAS

- Excreción de plomo en orina, tracto gastrointestinal, sudor, exfoliación cutánea y pérdida de cabello.
- Efectos del plomo en tumores benignos y malignos.
- Disminución de la fecundidad, por exposición de plomo.
- Afecciones serias y trastornos cerebrales por efectos del plomo en niños pequeños (Goyer y Rhune, 1973).
- Estudio comparativo de los hombres que se dedican a trabajos pesados que respiran más aire y comen más alimentos que las personas que son sedentarias de igual peso, y los niños que ingieren casi tanto alimento y respiran casi tanto aire como los adultos de edad madura.

XI. FICHA DE IDENTIFICACION



NOMBRE: _____ FOLIO _____

SEXO: M ___ F ___ EDAD: _____ AÑOS: _____ MESES: _____

DIRECCION COMPLETA: _____
calle

_____ colonia

_____ entre que calle y que calle

C. P. _____ CUANTOS AÑOS HA VIVIDO EN ESE LUGAR: _____

TIPO DE PINTURA O TERMINADO QUE EXISTE EN LA CASA:

VINILICA _____ ESMALTE _____ OTRO _____

NOMBRE DE LA ESCUELA A LA QUE ASISTE EL NIÑO: _____

DIRECCION COMPLETA: _____

_____ entre que calle y que calle

COLONIA: _____ C. P. _____

(Continúa ficha de identificación)

UTILIZA CRAYONES EN LA ESCUELA O EN CASA: SI _____ NO _____

UTILIZA OTRO TIPO DE PINTURAS O LAPICES DE COLORES EN LA ESCUELA O EN LA CASA: SI _____ NO _____

QUE MARCA _____ QUE TIPO _____

OCUPACION DE LOS PADRES

MADRE: _____COMERCIANTE _____EMPLEADA _____PROFESORA _____HOGAR _____OTRO

PADRE: _____COMERCIANTE _____EMPLEADO _____PROFESOR _____OTRO

ESCOLARIDAD DE LOS PADRES

MADRE: _____PRIM. _____SEC. _____PREPA. _____PROFES. _____POSGRADO

PADRE: _____PRIM. _____SEC. _____PREPA. _____PROFES. _____POSGRADO

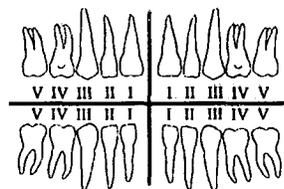
FECHA DE LA EXTRACCION: _____

CLINICA PERIFERICA: _____

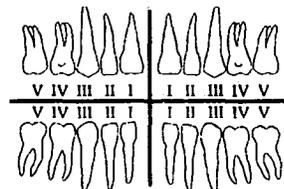
ODONTOGRAMA

(favor de circular)

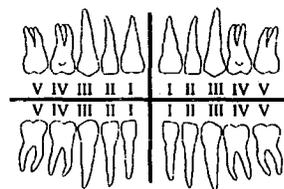
DIENTES PERDIDOS



DIENTES CARIADOS

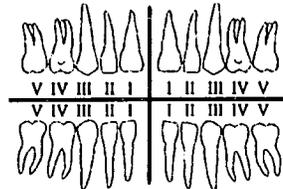


DIENTES OBTURADOS



(Continúa ficha de identificación)

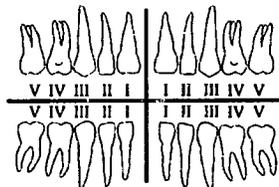
DIENTES RESTAURADOS



INSTRUCCIONES

1. Los dientes deciduos (D.D.) recolectados no deben haber sido obturados con metales.
2. Los dientes deciduos (D.D.) serán limpiados de restos periodontales todavía adheridos después de la extracción/exfoliación y enjuagarlos rápidamente en agua corriente.
3. Favor de secarlos manualmente.
4. Favor de sumergirlos en hipoclorito de sodio comercial (Clorox M.R.) sin diluir (6% de cloro libre) en el frasco.
5. Cada diente deciduo (D.D.) tendrá un número de folio y odontograma en el frasco (etiquetas autoadheribles).

EJEMPLO:



FOLIO _____

6. Favor de llenar la ficha de identificación completa y verificar que ésta tenga el mismo número de folio que la muestra.

XII. BIBLIOGRAFIA

1. Alexander LM, Anne H, Delves H, Moreton J. Relative exposure of children to lead from dust and drinking water. *Arch Environ Health* 1993;**48(6)**:392-400.
2. Al-Naimi T, Edmonds MI, Fremlin JH. The distribution of lead in human teeth, using charged particle activation analysis. *Phys Med Biol* 1980;**25(4)**:719-726.
3. Altshuller LF. Deciduous teeth as an index of body burden of lead. *J Pediatr* 1962;**60**:224-229.
4. Anderson RJ, Daveis BE, Nunn JH, James B. The dental health of children from five villages in North Somerset with Reference to Environmental Cadmium and Lead. *Dent J* 1979;**147**:159.
5. Angle R, McIntyre MS. Lead poisoning during pregnancy. *Am J Dis Child* 1964;**108**:436.
6. Attramadal A, Jonsen J. The content of lead, cadmium, zinc and copper in deciduous and permanent teeth. *Acta Odontol Scand* 1976;**34**:127-131.
7. Barba A. Plomo en niños antes de nacer, para toda su vida. *Boletín mensual de comunicación tecnológica y científica* 1993;**1**:4-6.
8. Bauchinger M, Schmid D, Schini IE. Chromosome analysis of policemen with increased blood lead levels. *Mutation Res* 1972;**16**:407.
9. Bellinger D, Levinton AM. Correlates of low-level lead exposure in urban children at years of age. *Pediatrics* 1986;**77(6)**:826-833.
10. Bellinger D, Sloman J, Levinton AM, Rabinowitz M, Needleman H, Waternaux C. Low-level lead exposure and children's cognitive function in the preschool years. *L Pediatrics* 1991;**87(2)**:219-227.
11. Bellinger D, Howard Hu, Titebaum L. Attentional correlates of dentin and bone lead levels in adolescents. *Arch Environ Health* 1994;**49(2)**:98-105.
12. Bercovitz K, Laufer D. Tooth type as indicator of exposure to lead of adults and children. *Arch Oral Biol* 1990;**35(11)**:895-897.
13. Bercovitz K, Laufer D. Age and gender influence on lead accumulation in root dentine of human permanent teeth. *Arch Oral Biol* 1991;**36(9)**:671-673
14. Bercovitz K, Laufer D. Lead levels in teeth of long date and new immigrants in several cities in Israel-Preliminary results. *Public Health Rev* 1991;**92(19)**:141-146.
15. Bercovitz K, Laufer D. Systemic lead absorption in human tooth roots. *Arch Oral Biol* 1992;**37(5)**:385-387.
16. Bercovitz K, Helman J, Peled M, Laufer D. Low Lead Levels in teeth in Israel. *Sci Total Environ* 1993;**136**:135-149.
17. Bercovitz K, Laufer D. Carious teeth as indicators to lead exposure. *Bull Environ Contam Toxicol* 1993;**50**:724-729.

18. Bhatnagar V. The preparation, X-ray and infrared spectra of lead apatites. *Arch Oral Biol* 1970;**15**(6):469-480.
19. Blanus M, Ivicic N, Simeon V. Lead, Iron, Copper, Zinc and Ash in deciduous teeth in relation to age and distance from a lead smelter. *Bull Environ Contam Toxicol* 1990;**45**:478-485.
20. BMCTC (Boletín Mensual de Comunicación Tecnológica y Científica, IPN). Plomo en niños antes de nacer, para toda la vida. *Investigación Hoy*. 1993;Sept.**44**:3-6.
21. Brudevold FR, Smith FA. Inorganic and organic components of tooth structure. *NY Acad Sci* 1960;**85**:125-217.
22. Brudevold FR, Aasenden BN, Srinivasian Y. Lead in enamel and saliva, dental caries and the use of enamel biopsies for measuring post exposure to lead. *J Dent Res* 1977;**56**(10):1165-1171.
23. Butt EM, Nusbaum RE, Gilmour TC, Didio SL, Mariano S. Trace metal levels in human serum and blood. *Arch Environ Health* 1964;**8**:52-57.
24. Byers RK, Lord EE. Late effects of lead poisoning on metal development. *AJDC* 1943;**66**:471-483.
25. Cannon HI, Bowles KM. Contamination of vegetation by tetraethyl lead. *Science* 1962;**137**:765-766.
26. Catarow A, Trumper M. Lead poisoning. The Williams and Wilkins Company Baltimore. 1944;84.
27. Clark AR. Placental transfer of lead and its effects on the newborn. *Posgrad Med J* 1977;**53**:674-678.
28. Cleymaet R, Slop D, Coomans D. In vivo use of a dual acid etch biopsy for the evaluation of lead profiles in human surface enamel. *Caries Research* 1991a;**25**:256-263.
29. Cleymaet R, Collys K, Retief DH, Michotte Y, Slop D, Taghon E, Maex W, Coomans D. Relation between lead in surface tooth enamel, blood and saliva from children residing in the vicinity of a non-ferrous metal plant in Belgium. *Br J Ind Med* 1991b;**48**:702-709.
30. Cleymaet R, Quartier E, Slop D, Retief DH, Smeyers-Verbeke J, Coomans D. Model for assessment of lead content in human surface enamel. *J Toxicol Environ Health* 1991;**32**:111-127.
31. Craon AC, Nadon G, Alice YSP. Lead flux through the kidney and salivary glands of rats. *Am Phys Soc* 1984;**2**:773-783.
32. Chatman T, Wilson DJ. Lead levels in human deciduous teeth in Tennessee. *Environ Lett* 1975;**8**:173.
33. Daniel WW. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 1ª Ed. (1ª Reimpresión). Limusa, México. 1985; 485.
34. David OJ, Hoffman L, Clark AR. Lead and hyperactivity. Behavioral response to chelation, a pilot study. *Am J Psych* 1976;**133**:1155-1158.
35. Davis WE. Emission study of industrial sources of lead air pollutants 1970. USEPA Document APTD-1543. 1973; 1-123.
36. De la Burde B, Shapiro IM. Dental lead, blood lead and pica in urban children. *Arch Environ Health* 1975;**30**:281-284.
37. Dellemagne MJ. Apatites Phosphates Calciques de synthèse. Sels Osseous et Dentaires En: *Handbuch der Experimentellen Pharmakologie*, Vol. 2, 10 Eichler und A. Farah. (Zd.), Berlin; Springer, 1964; 273-345.

38. Derise NL, Ritchey SJ. Mineral Composition of normal human enamel and dentin and the relation of composition to dental caries. II Microminerals. *J Dent Res* 1974;**53**:853-858.
39. Dietrich K, Succop P. Lead exposure and neurobehavioral development in later infancy. *Environ Health Perspect* 1990;**89**:13-19
40. DiGregorio J, Andrew PF, Richard GS, Bobyock E, McMichael R, Warren S. Lead and d-aminolevulinic acid concentrations in human parotid saliva. *Toxicol App Pharm* 1974;**27**:491-493.
41. Duggan MJ, Inskip MJ, Runolle SA, Moorcroft JS. Lead in playground dust and on the hands of school children. *Sci Total Environ* 1985;**44**:65-79.
42. Dyssen. Air quality criteria for lead, Vol.II y IV. United States, 1972 citado por EPA 1986;43-48.
43. Ellen J, Adams WD, Hammond PB, Taylor E. Resistance of the rat to development of lead-induced renal functional deficits. *J Toxicol Environ Health* 1986;**18**:61-75.
44. Environmental Protection Agency (EPA). Air quality criteria for lead Vol II y IV. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office. Research Triangle Park, N.C, EPA 600/8-83-028df, 1986.
45. Everitt BS. The analysis of contingency tables. Monographs on statistics and applied probability. Second edition Chapman & Hall, London, New York, Tokyo, Melbourne. 1992;45.
46. Featherstone JD. An electron microscope study of modifications to defect regions in dental enamel and synthetic apatites. *Caries Res* 1981;**15**(4):278-288.
47. Fergusson DM, Fergusson JE, Horwood J, Kinzett NG. A longitudinal study of dentine lead levels, intelligence, school performance and behavior, part I. Dentine lead levels and exposure to environmental risk factors. *J Child Psychol Psychiat* 1988;**29**(1):781-792.
48. Fergusson DM, Fergusson JE, Horwood J, Kinzett NG. A longitudinal study of dentine lead levels, intelligence, school performance and behavior, Part II Dentine lead and cognitive ability. *J Child Psychol Psychiat* 1988;**29**(6):793-809.
49. Fergusson DM, David M, Horwood J. Early dentine lead levels and subsequent cognitive and behavioral development. *J Child Psychol Psychiat* 1993;**34**(2):215-227.
50. Fischell J, Coodin MD, Collin CM, Geoffrey W. Desjardins D.P, John B. Sutherland. Riposte to "Environmental lead and young children". *CMA Journal* 1980;**123**:469-471.
51. Fosse G. Lead in deciduous teeth of norwegian children. *Arch Environ Health* 1978;**33**(4):166-175.
52. Frank RM, Sargentini ML, Maier JC, Leroy MJ. Comparison of lead levels in human permanent teeth from Strasbourg, Mexico city and rural zones of Alsace. *J Dent Res* 1990;**69**(1):90-93.
53. GEMS (GLOBAL ENVIROMENTAL MONITORING SYSTEMS). Assessment of Human exposure to lead and cadmium through biological Monitoring. Vatter M. (Ed), National Swedish. Institute of Enviromental Medicine and Departament of Enviromental Hygiene, Karolinska Institute. Stockholm. 1982;18-27.

54. Gershanik JJ, Brooks GG, Little JA. Blood lead values in pregnant and their offspring. *Am J Obstet Gynecol* 1974;**119**:508.
55. Gillberg JG, Noren J, Wahlström P. Heavy metals and neuropsychiatric disorders in six year old children. Aspects of dental lead and cadmium. *Acta Paedopsychiat* 1982;**48**:253-263.
56. Goyer RA, Rhone BC. Pathological effects of lead. *Intern Rev Exp Pathol* 1973;**12**:1-77.
57. Grandjean P, Nielsen OV, Shapiro MI. Lead retention in ancient Nubian and contemporary populations. *J Environ Pathol Toxicol* 1979;**2**:781-787.
58. Grandjean P, Lyngbye T, Hansen ON. Lead concentration in deciduous teeth: variation related to tooth type and analytical technique. *J Toxicol Environ Health* 1986;**19**:437-445.
59. Grant LD, Davis JH. Effects of low-level lead exposure on pediatric neurobehavioral development: Current findings and future directions. In: Smith MA, Grant ID, Sors AI. Lead exposure and child development. An international assessment. United Kingdom: Published for the Commission of the European Communities and the US environmental Protection Agency Klumer Academic Publishers 1989;49-115.
60. Grobler SR, Rossouw RJ, Kotse D. Lead level in circumpulpal dentine of children from different geographic areas. *Arch Oral Biol* 1985;**30**:819-820.
61. Grobler SR, Kotse D. The effects of airborne lead on lead levels of blood, incisors and alveolar bone of rats. *Arch Oral Biol* 1991;**36**(5):357-360.
62. Gutiérrez MD, Vargas Madrigal E. Determinación histoquímica de plomo en el cuerpo uterino de 64 personas. *Acta Médica* 1994;**30**(117-118):27-30.
63. Herbert L, Needleman MD, Charles G, Leviton A, Reed R, Peresie H, Maher C, Barret P. Deficits in psychologic and classroom performance of children with elevated dentine lead levels. *N Eng J Med* March 1979;**300**(13):689-695.
64. Herbert L, Needleman MD, Constantine A. Low-level lead exposure and the IQ of children. A meta-analysis of modern studies. *JAMA* 1990;**263**:673-678.
65. Herbert L, Needleman MD. Bone lead levels and delinquent behavior. *JAMA* 1996;**275**:363-369.
66. Hernández M, Romieu I, Ríos C, Rivero A, Palazuelos E. Lead glazed ceramics as major determinants of blood lead levels in Mexican women. *Environ Health Perspect* 1991;**94**:117-129.
67. Ho-Leung F, Yaffe SJ, Mattar ME, Matthew C. Lanigan blood and salivary lead levels in children. *Clin Chim Acta* 1975;**61**:423-424.
68. Huntzicker J, Friedlander SK, Davidson CJ. Material balance for automobile-emitted lead in Los Angeles basin. *Environ Sci Technol* 1975;**9**:448-457.
69. Hwang YH, Wang JD. Temporal fluctuation of the lead level in the cord blood of neonates in Taipei. *Arch Environ Health* 1990;**45**:42-45.
70. Instituto Mexicano del Petróleo (IMP 1987). Citado por Bravo H, Sosa R, Torres R. Ozono y lluvia ácida en la Ciudad de México. *Ciencias* 1991;**23**:33-40

71. James AC. Lung deposition of sub-micron aerosols calculated as a function of age and breathing rate. In: National radiological Protection Board. Annual research and development report. Harwell, United Kingdom: National Radiological Protection Board, Atomic Energy Research Establishment. 1978;71-75.
72. Jiménez C, Romieu I, Palazuelos E, Muñoz I, Cortes M, Rivero A, Catalán J. Factores de exposición ambiental y concentraciones de plomo en sangre en niños de la Ciudad de México. *Salud Pública Méx* 1993;**35**(6):599-606.
73. Kato Y. Analytical studies on experimental skin calcification in the rat after administration of lead acetate and subsequent administration of polymyxin B, sulphate. *Bull Med Dent Univ* 1970;**17**(1):53-63.
74. Kehoe RA, Thamann F, Cholak J. Lead absorption and excretion in relation to the diagnosis of lead poisoning. *J Ind Hyg* 1993;**15**:320.
75. Keller BJ, Peden ME, Skowron LM. Methods for collection and analysis of precipitation: Trace metals. Illinois State Water Survey, Champaign, Illinois. USEPA Contract Number CR810780-01 1988;7-13.
76. Khandekar RN, Raghanath R, Mishra VC. Lead levels in teeth of urban Indian population. *Sci Total Environ* 1986;**58**:231-236.
77. Landrigan PJ, Gehlbach SH, Rosenblum BF, Shoultz JM, Candelaria RM, Barthel WF. Epidemic lead absorption near an ore smelter: The sole of particulate lead. *N Engl J Med* 1975;**292**:23-29.
78. Landrigan P. Strategies for epidemiologic studies of lead in bone in occupationally exposed populations. *Environ Health Perspect* 1991;**91**:81-86.
79. Langmyhr FJ, Sundli A. Atomic absorption spectrometric determination of Cd and Pb in dental material by atomization directly from the solid state. *Anal Chim Acta* 1974;**73**:81-85.
80. Lappalainen R, Knuutila M. The distribution and accumulation of Cd, Zn, Pb, Cu, Co, Ni, Mn and K in human teeth from five different geological areas of Finland. *Arch Oral Biol* 1979;**24**:363-368.
81. Lappalainen R, Knuutila M. The concentrations of Pb, Cu, Co and Ni in extracted permanent teeth related to donor's age and elements in the soil. *Acta Odontol Scand* 1981;**39**:163-167.
82. Lara-Flores E, Alagón-Cano J, Bobadilla JL, Hernández-Prado B, Ciscomani-Begoña A. Factores asociados a los niveles de plomo en sangre en residentes de la Ciudad de México. *Salud Pública Méx* 1989;**31**(5):625-633.
83. Laveskog A. A method for determination of tetramethyl lead and tetraethyl lead in air. In: Beeny HH. (Ed.) *Proceedings of Second International Clean Air Congress, England.* Academic Press, N.Y. 1971;549-557.
84. Livingstone DA. Chemical composition of rivers and lakes. In: *Data of Geochemistry US Geol. Survey.* 6th edition, Prof. Paper. 1963;440.
85. Lyndvall T, Radford E. Measurement of annoyance due to exposure to environmental factors. *Environ Res* 1973;**6**:1-36.
86. Lyngbye T, Hansen ON, Grandjean P. Predictors of tooth-lead level with special reference to traffic. A study of lead-exposure in children. *Arch Occup Environ Health* 1990;**62**:417.
87. Mackle M, Stephens R, Townsend A, Waldron H. Teeth lead levels in Birmingham children. *Arch Environ Health* 1977;**32**:178-185.

88. Mitchell DG, Aldous KM, Ryan FJ. Mass screening for lead poisoning, capillary blood sampling and automated develop cup atomic absorption analysis. *NY State J Med* 1974;**74**:1599.
89. Möller B, Carlsson LE, Johansson GI, Malmqvist KG, Hammarström L, Berlin M. Lead levels determined in Swedish permanent teeth by particle-induced X-ray emission. *Scand J Work Environ Health* 1982;**8**:267-272.
90. Montoya MA. Lead determinations in the blood of the umbilical cord of normal neonates. *Arch Invest Méd* 1981;**12**(4):121-128.
91. Morrow PE, Beiter H, Amato E. Pulmonary retention of lead: An experimental study in man. *Environ Res* 1980;**21**:373-384.
92. Muro LA, Goyer RA. Chromosome damage in experimental lead poisoning. *Arch Pathol (Chicago)* 1969;**67**:660.
93. Needleman HL, Herbert L. Lead levels in deciduous teeth of urban and suburban american children. *Nature* 1972;**235**:111-112.
94. Needleman HL. Subclinical lead exposure in Philadelphia school children. Identification by dentine lead analyses. *N Engl J Med* 1974;**290**:245-248
95. Needleman HL. The neurobehavioral consequences of low lead exposure in childhood. *Neurobehav Toxicol Teratol* 1982;**4**:729-733.
96. Noren JG, Hulthe P, Gillberg C. Analysis of lead and cadmium in deciduous teeth by means of potentiometric stripping analysis. *Am Phys Soc* 1987;**11**:45-52.
97. Nriago JO. The rise and fall of leaded gasoline. *Sci Total Environ* 1990;**92**:13-28.
98. Olson y Skogerboe, citados por Environmental Protection Agency (EPA) 1986. Air quality criteria for Lead. United States. EPA 600/8-83-028df, 1986.
99. OMS (Organización Mundial de la Salud). Criterios de salud ambiental. Plomo 1979;**3**:1-140.
100. Ortega-Ceseña J, Carreón-Valencia T. La investigación en México sobre el impacto en la salud por los contaminantes químicos ambientales. *Salud Pública Méx* 1993;**35**(6):585-591.
101. Page R, Cawse P, Baker P. The effect of reducing petrol lead on airborne lead in Wales, U. K. *Sci Total Environ* 1988;**68**:71-77.
102. Patterson L, Raab G, Hunter R, Laxen D, Fulton M, Fell G, Halls D, Sutcliffe P. Factors influencing lead concentrations in shed deciduous teeth. *Sci Total Environ* 1988;**74**:219-233.
103. Pearl M, Lawrence M, Boxt MD. Radiographic findings in congenital lead poisoning. *Pediatric Radiology* 1980;**136**:83-84.
104. Pinchin M, Newham J, Thompson R. Lead copper and cadmium in the teeth of normal and mentally retarded children. *Clin Chim Acta* 1978;**85**:89-94.
105. Pocock J, Smith MA, Roab GM, Fulton M, Laxen DP, Thompson GOB. Lead and Children's I. Q. S. *Lancet* 1987;**153**-154.
106. Pocock SJ, Ashby D, Marjoire AS. Lead exposure and children's intellectual performance. *Int J Epidemiol* 1987;**16**:57-67.

107. Portilla J, Aguirre A, Gaitán LA. Texto de Patología Oral. 1989;24,25,143,159,163,176.
108. Purchase NG, Fergusson DM. Lead in teeth: the influence of the tooth type and the sample within a tooth on lead levels. *Sci Total Environ* 1986;52:339-350.
109. Rabinowitz MB, Kopple J, Wetheril G. Effect of food intake and fasting on gastrointestinal lead absorption in humans. *Am J Clin Nutr* 1980;33:1784-1788.
110. Rabinowitz MB, Needleman H. Petrol lead dials and umbilical cord blood lead levels in Boston, Massachusetts. *Lancet* 1983;1(8):63.
111. Rabinowitz MB, Jung-Der W, Wei-Tsuen S. Dentine lead and child intelligence in Taiwan. *Arch Environ Health* 1991;46(6):351-360.
112. Rabinowitz MB, Bellinger D, Jung-Der W. Lead levels among various deciduous tooth types. *Bull Environ Contam Toxicol* 1991;47:602-608.
113. Rabinowitz MB, Jung-Der W, Wei-Tsuen S. Children's classroom behavior and lead in Taiwan. *Bull Environ Contam Toxicol* 1992;48:282-288.
114. Rabinowitz MB, Jung-Der W, Wei-Tsuen S. Apparent threshold of lead's S. *Arch Environ Health* 1982;37(4):224-30. Effect on child intelligence. *Bull Environ Contam Toxicol* 1992;48:688-695.
115. Roels HA, Buchetr JP, Lauwerys RR. Inhibition of human erythrocyte and aminolevulinic acid dehydratase by lead. *Int Arch Arbeitsmed* 1974;3:277-281.
116. Romieu I, Palazuelos E, Meneses M, Hernández-Avila M. Vehicular traffic as a determinant of blood-lead levels in children: A pilot study in Mexico City. *Arch Environ Health* 1992;47(4):246-249.
117. Rothenberg SJ, Perez IA, Perroni HE, Schanaas AL, Cansino OS, Suro CD. Fuentes de plomo en embarazadas de la cuenca de México. *Salud Pública Méx* 1990;32:632-643.
118. Rothenberg SJ, Schnaas AL, Pérez-Guerrero IA, Hernández E, Cervantes R, Martínez MS, Perroni HE. Factores relacionados con el nivel de plomo en sangre en niños de 6 a 30 meses de edad en el estudio prospectivo de plomo en la Ciudad de México. *Salud Pública Méx* 1993;35(6):592-598.
119. Rotschild EO. Lead poisoning: The silent epidemic. *N Eng J Med* 1971;283:704.
120. Schärer K, Veits G, Brockhaus A, Ewers V. High lead content of deciduous teeth chronic renal failure. *Pediatr Nephrol* 1991;5:704-707.
121. SEDESOL-INE (Secretaría de Desarrollo Social-Instituto Nacional de Ecología) Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1993-1994.
122. Shapiro IM, Dobking B, Tuncay DC, Needleman HL. Lead levels in dentine and circumpulpal dentine of deciduous teeth of normal and lead poisoned children. *Clin Chim Acta* 1973;46:119-123.
123. Shapiro I, Mitchell G, Davidson I, Katz S. The lead content of teeth. *Arch Environ Health* (1975);30:483-486.
124. Sicher H. Orban's Oral Histology and Embryology, 6th ed, St.Louis: Mosby. Ed. 1966:57-93.
125. Silbergeld EL. Implications of new data on lead toxicity for managing and preventing exposure. *Environ Health Perspect* 1990;89:49-59.

126. Smith M, Delves T, Lansdown R, Clayton B, Graham P. The effects of lead exposure on urban children. *Dev Med Child Neurol* 1983;Suppl 47:1-54.
127. Sprent P. Applied nonparametric statistical methods. Chapman & Hall, London, New York. 1989:6-15.
128. Srivastava MM, Srivastava S, Vaid A. Tooth lead concentration as an indicator for environmental lead pollution in Agra City, India. *Toxicol* 1992;48:334-336.
129. Stack MV, Delves HT. Tooth lead analysis. An interlaboratory study. In IUPAC Collaborative Interlaboratory studies in Chemical Analyses, eds. H Egan and T. S. West. 1982;115-118.
130. Stark AD, Quah RF, Meigs JW, DeLouise ER. The relation ship of environmental lead levels in children. *Env Res* 1982;27:372-383.
131. Steenhout AM, Pourtois M. Lead accumulation in teeth as a function of age with different exposures. *Br J Ind Med* 1981;38:297-303.
132. Steenhout AM. Kinects of lead storage in teeth and bones. *Arch Environ Health Approach*. 1982;6:115-119.
133. Prayitno SW, Addy M, Wade WG. Does gingivitis lead to periodontitis in young adults?. *Lancet* 1993;342:471-472.
134. Teppen LB, Levin L.S. A survey of air and population. Lead levels in selected american communities. USA. 1972:4-5.
135. USDHHS (U.S. Departament of Health and Human Services). Toxicological profile for lead. Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry 1993. Prepared by Element International Corporation under Contract No.205-88-0608.
136. Van WYK, Grobler SR. Lead levels in deciduous teeth of children from selected urban areas in the Cape Peninsula. *Med J* 1983;63:559-561.
137. Vega L, Hernández A, Meza C. Niveles de plomo en la sangre de niños residentes en la Ciudad de México D.F. *Salud Pública de Méx* 1975;18(3):337-342.
138. Vega L, Mejía M, Roble B, Moreno L, Pérez Y. Cociente intelectual y desnutrición. La deficiencia de hierro y la concentración de plomo como variables confuzoras. *Bol Med Hosp Infant Mex* 1991;48(11):826-831.
139. Vega L, Meza C. La cerámica vidiada como factor de riesgo de exposición al plomo. *Salud Pública Méx* 1994;36:148-153.
140. Viniegra G, Escobar R. El riesgo del saturnismo por la cerámica folklórica mexicana. *Salud Pública Méx* 1966;18(1):69-77.
141. William Y, Lansdown R, Millar I, Urbanowicz MA. Lead and impaired abilities. The relationship between blood lead concentrations, intelligence and attainment in a school population: a pilot study. *Develp Med Child Neurol* 1981;23:565-576.
142. Witkowski S, Scott R, Ault, Robert W. Lead concentrations in white-tailed deer mandibles and teeth. *Bull Environ Contam Toxicol* 1982;28:561-565.

CURRICULUM VITAE

DATOS PERSONALES

NOMBRE: MIGUEL ANGEL CANALES NAJJAR
FECHA DE NACIMIENTO: 29 DE NOVIEMBRE DE 1955
LUGAR DE NACIMIENTO: DISTRITO FEDERAL, MEXICO
NOMBRE DE LOS PADRES: LIC. TRISTAN CANALES VALVERDE
SRA. ANGELINA NAJJAR DE CANALES
DOMICILIO Y TELEFONO: MONTAÑAS CALIZAS No. 414
LOMAS DE CHAPULTEPEC
520-6946
520-6926
905-102-7142
DOMICILIO Y TELEFONO DEL CONSULTORIO: AV. REVOLUCION No. 1877 INT. 102
SAN ANGEL
616-0248
550-1318
534-2725
REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES: CANM551129
CEDULA PROFESIONAL: 578120
CEDULA PROFESIONAL DE MAESTRO EN ODONTOLOGIA: 880349
REGISTRO S.S.A.: 18618

FORMACION ACADEMICA

ESTUDIOS DE LICENCIATURA.
CARRERA: CIRUJANO DENTISTA.
INSTITUCION: FACULTAD DE ODONTOLOGIA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
CIUDAD DE MEXICO
INICIO: 1976 TERMINO: 1979
EXAMEN PROFESIONAL: 20 DE ABRIL DE 1979
TITULO DE TESIS: "IMPORTANCIA DE LA ANATOMIA DE LA CAVIDAD PULPAR EN LA TERAPIA ENDODONTICA"
CEDULA PROFESIONAL: 578120

ESTUDIOS DE POSGRADO.
ESPECIALIZACION EN ODONTOLOGIA
INSTITUCION: FACULTAD DE ODONTOLOGIA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
CIUDAD DE MEXICO
INICIO: 1979 TERMINO: 1979
EXAMEN DE ESPECIALIDAD: 3 DE OCTUBRE DE 1980
GRADO: ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

MAESTRIA: EN ODONTOLOGIA (ENDODONCIA).
INSTITUCION: FACULTAD DE ODONTOLOGIA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
CIUDAD DE MEXICO
INICIO: 1980 TERMINO: 1980
EXAMEN DE GRADO: 26 DE OCTUBRE DE 1983
GRADO: MAESTRO EN ODONTOLOGIA
TITULO DE TESIS: "ESTUDIO CLINICO Y EXPERIMENTAL DE UNA NUEVA CERA OSEA HEMOSTATICA ABSORBIBLE".
CEDULA PROFESIONAL: 880349

DOCTORADO: EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS (PATOLOGIA BUCAL).
INSTITUCION: FACULTAD DE ODONTOLOGIA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
MEXICO, D.F.
INICIO: 1983 TERMINO: 1989
PRESENTACION DE EXAMEN DE GRADO: ENERO DE 1997.
TITULO DE LA TESIS: "NIVELES DE PLOMO EN DIENTES TEMPORALES COMO INDICADORES DE EXPOSICION TOTAL A CONTAMINACION POR PLOMO".
NOMBRE DEL TUTOR: DR. JAVIER PORTILLA ROBERTSON.
NOMBRE DEL ASESOR: DR. JUAN CARLOS HERNANDEZ GUERRERO.

DISTINCIONES PROFESIONALES O CIENTIFICAS

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PAIS: MEXICO

MOTIVO: ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGIA

FECHA: DICIEMBRE DE 1979

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PAIS: MEXICO

MOTIVO: MAESTRIA EN ODONTOLOGIA

FECHA: DICIEMBRE DE 1980

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PAIS: MEXICO

MOTIVO: NOMBRAMIENTO DEFINITIVO DE PROFESOR DE ASIGNATURA "A" ENDODONCIA.

FECHA: 27 DE ENERO DE 1981

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PAIS: MEXICO

MOTIVO: NOMBRAMIENTO DE PROFESOR DE CARRERA TITULAR MEDIO TIEMPO "A".

AREA: ESPECIALIDADES

FECHA: 1 DE JULIO DE 1982

INSTITUCION: COLEGIO NACIONAL DE CIRUJANOS DENTISTAS

PAIS: MEXICO

MOTIVO: MIEMBRO DE 5 AÑOS EN LA CELEBRACION DEL XV ANIVERSARIO

FECHA: MARZO DE 1983

INSTITUCION: A&PAUNAM

PAIS: MEXICO

MOTIVO: MIEMBRO HONORARIO.

FECHA: DICIEMBRE DE 1989

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PAIS: MEXICO.

MOTIVO: 10 AÑOS DE SERVICIO ACADEMICO

FECHA: 31 DE DICIEMBRE DE 1989

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PAIS: MEXICO

MOTIVO: HABER RESULTADO VENCEDOR EN EL CONCURSO DE OPOSICION, PARA OBTENER LA DEFINIDAD EN EL AREA DE ENDODONCIA COMO PROFESOR TITULAR "A" MEDIO TIEMPO

FECHA: 10 DE JULIO DE 1992

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

PAIS: MEXICO

MOTIVO: RECONOCIMIENTO POR EL TRABAJO DESEMPEÑADO EN EL CUATRENIO 1993-1997 EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA.

FECHA: 7 DE MAYO DE 1993

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PAIS: MEXICO

MOTIVO: COORDINADOR DE CLINICAS PERIFERICAS.

FECHA: 1989 - 1993

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PAIS: MEXICO

MOTIVO: HABER RESULTADO VENCEDOR EN EL CONCURSO DE OPOSICION, PARA OBTENER EL NOMBRAMIENTO DE PROFESOR DE CARRERA TIEMPO COMPLETO.

FECHA: 18 DE FEBRERO DE 1994.

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PAIS: MEXICO

MOTIVO: POR SUS 15 AÑOS DE SERVICIOS ACADEMICOS EN ESTA INSTITUCION.

PARTICIPACION EN ORGANISMOS INTERNACIONALES

INTERNATIONAL ASOCIATION FOR DENTAL RESEARCH
THE UNIVERSITY OF TEXAS HEALTH SCIENCE CENTER AT SAN ANTONIO, TEXAS
PIERRE FAUCHARD ACADEMY

ACTIVIDADES DE DOCENCIA

INSTITUCION EDUCATIVA - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ASIGNATURAS IMPARTIDAS EN ORDEN CRONOLOGICO

ASIGNATURA: ANESTESIA Y ENDODONCIA
PLANTEL ESCOLAR: FACULTAD DE ODONTOLOGIA, DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO.
HORAS SEMANALES: 40 HORAS
CARRERA: ODONTOLOGIA
AÑO: 1979 A LA FECHA
SEMESTRES: 1o, 2o, 3o y 4o SEMESTRE POSGRADO
3o y 4o AÑO LICENCIATURA
2o AÑO LICENCIATURA

RESPONSABILIDADES ACADEMICO-ADMINISTRATIVAS.

PUESTO O CARGO: SUPERVISOR DE SERVICIO SOCIAL
INSTITUCION: FACULTAD DE ODONTOLOGIA, U.N.A.M.
INICIO: 14 DE FEBRERO DE 1980.
TERMINO: 11 DE FEBRERO DE 1982

PUESTO O CARGO: SECRETARIO DE RELACIONES PUBLICAS
INSTITUCION: FACULTAD DE ODONTOLOGIA, U.N.A.M.
INICIO: 1982
TERMINO: 1982

PUESTO O CARGO: SECRETARIO PARTICULAR
INSTITUCION: FACULTAD DE ODONTOLOGIA, U.N.A.M.
INICIO: 3 DE MAYO DE 1989
TERMINO: 30 DE OCTUBRE DE 1989

PUESTO O CARGO: ASESOR DE LA DIRECCION
INSTITUCION: FACULTAD DE ODONTOLOGIA, U.N.A.M.
INICIO: 1 DE NOVIEMBRE DE 1990
TERMINO: 28 DE FEBRERO DE 1991

PUESTO O CARGO: COORDINADOR ACADEMICO DE CLINICAS PERIFERICAS
INSTITUCION: FACULTAD DE ODONTOLOGIA, U.N.A.M.
INICIO: 1 DE MARZO DE 1991
TERMINO: 17 DE FEBRERO DE 1995

PUESTO O CARGO: SECRETARIO DE RELACIONES ESTUDIANTILES
INSTITUCION: FACULTAD DE ODONTOLOGIA, U.N.A.M.
INICIO: 18 DE FEBRERO DE 1995
TERMINO: A LA FECHA

INTEGRANTE DE LA COMISION DE HIGIENE Y SEGURIDAD
INSTITUCION: FACULTAD DE ODONTOLOGIA, U.N.A.M.
INICIO: 1994
TERMINO: A LA FECHA

PUBLICACION DE LIBROS DE TEXTO, ARTICULOS O ENSAYOS DESTINADOS A LA DOCENCIA.

TITULO: "IMPORTANCIA DE LA ANATOMIA DE LA CAVIDAD PULPAR EN LA TERAPIA ENDODONTICA".
LUGAR DE PUBLICACION: U.N.A.M.
AÑO: 1979 EXTENSION EN CUARTILLAS: 215

TITULO: "REVISION EVALUATIVA DE ALGUNOS MATERIALES DE OBTURACION DE CONDUCTOS RADICULARES".
AÑO: 1979.

Maestro. Miguel Angel Canales Najjar
Tesis Doctoral

TITULO: "GUIA PARA EL ESTUDIO DEL TRIGEMINO".
LUGAR DE PUBLICACION: U.N.A.M.
AÑO: 1980 EXTENSION EN CUARTILLAS: 8

TITULO: "ESTUDIO CLINICO Y EXPERIMENTAL DE UNA CERA OSEA HEMOSTATICA ABSORBIBLE".
AÑO: 1983

TITULO: "EXPERIENCIA CLINICA CON LA CERA OSEA ABSORBIBLE".
AÑO: 1984

TITULO: "CERA OSEA ABSORBIBLE EN RATAS, CERA OSEA ORDINARIA EN RATAS".
AÑO: 1985

TITULO: "CERA OSEA EN FRACTURAS DE COSTILLAS".
AÑO: 1988

TITULO: "MANUAL DE ANESTESIA".
LUGAR DE PUBLICACION: S.U.A. Y U.N.A.M.
AÑO: 1988

TITULO: "NIVELES DE PLOMO EN DIENTES TEMPORALES COMO INDICADORES DE EXPOSICION"
TOTAL A CONTAMINACION POR PLOMO.
AÑO: 1994 A LA FECHA

GACETA FACULTAD DE ODONTOLOGIA.
TERCERA EPOCA # 76 CIUDAD UNIVERSITARIA
JULIO-AGOSTO 1996
ARTICULO: ¿QUE DAÑOS PRODUCE EL PLOMO EN EL ORGANISMO HUMANO?