

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA



**Fluoruración en el agua: ¿Una medida pro equidad?
Estudio analítico en niños de 12 años de Valparaíso y
Concepción.**

Geraldine Vives Toledo

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN SALUD PÚBLICA

PROFESOR GUIA DE TESIS: Dr. Rodrigo Cabello Ibacache

Santiago, Noviembre 2016

ÍNDICE

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	4-6
3. MARCO TEÓRICO	7-45
3.1 Epidemiología y distribución de caries de caries	7
3.2 Medición y declinación de Caries	10
3.3 Fluoruración del agua potable y su efecto en las caries	16
3.4 Contenidos de fluoruros en el agua potable en Chile	20
3.5 Ingesta y distribución de fluoruros	22
3.6 Excreción de fluoruros	25
3.7 Análisis de Fluor en la orina	26
3.8 Estimación de la ingesta de Fluoruros a partir de la excreción urinaria	29
3.9 Argumentos en contra de la fluoruración del agua	30
3.10 Argumentos a favor de la fluoruración del agua	32
3.11 Fluoruración del agua potable en la V región de Valparaíso	33
3.12 Fluoruración del agua potable en la VIII región de Biobío	34
3.13 Inequidades en salud	36
3.14 Medición de inequidades y desigualdades en salud	39
4 HIPÓTESIS	46
5 OBJETIVOS	46-47
6 MÉTODOS	48-61
7 RESULTADOS	62-81
8 DISCUSIÓN	82-92
9 LIMITACIONES	93
10 CONCLUSIONES	94
11 BIBLIOGRAFÍA	95-102
12 ANEXOS	103-116

1. RESUMEN

Actualmente en Chile, existe una marcada condición de inequidad en la distribución de caries en población de 12 años, que afecta principalmente a aquellos individuos de nivel socioeconómico más bajo. La fluoración del agua potable como política exitosa de prevención de caries, alcanza una cobertura del 70% de la población. **Objetivo:** Establecer diferencias en la inequidad de la distribución de caries en poblaciones de 12 años entre una comuna con agua fluorada y otra comunidad sin fluor en el agua. Se realizó un estudio observacional, transversal, analítico. **Resultados:** En Valparaíso se obtuvo una muestra de 246 individuos y en Concepción de 124. En Valparaíso un 42,4% de adolescentes está en la posición socioeconómica baja en relación al índice de bienestar. De acuerdo al nivel per cápita un 37% está en la posición socioeconómica media y en el nivel educacional de la madre un 52,5% está en posición socioeconómica media. En Concepción un 36,3% está en posición socioeconómica alta y baja de acuerdo al índice de bienestar, de acuerdo al nivel per cápita un 34% está en la posición socioeconómica media y alta y en el nivel educacional de la madre un 54,7% está en la posición socioeconómica alta. La estimación de la ingesta diaria de fluoruro en adolescentes en Valparaíso fue 7,9 mg/día y 1,6mg/día en Concepción. La prevalencia de caries fue 55,28% en Valparaíso y de 50% en Concepción. El Sic en Valparaíso fue de 3,90 y de 3,29 en Concepción, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos. El mayor índice de Gini en ambas comunas fue en relación a los establecimientos educacionales. El índice de pendiente de inequidad arrojó valores muy pequeños en los tres indicadores.

1. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta que la prevalencia de caries ha disminuido en el tiempo entre los niños de la mayoría de los países industrializados¹, cambio que puede ser atribuido al aumento del uso de fluoruros, mejoras en la higiene oral y una disminución en la frecuencia del consumo de azúcares². Mas allá de la disminución de la prevalencia de caries, la inequidad en la distribución de caries es un fenómeno observado, que muestra la manifestación de altas prevalencias de caries en algunos grupos minoritarios de la población^{3,4}.

El estudio de Soto y colaboradores del año 2007 señala que la prevalencia de caries en Chile para los 12 años es de 62,5%, mientras que el índice COPD es de 1,9, lo que da cuenta del cumplimiento de los Objetivos Sanitarios 2000-2010. En este mismo estudio se observan marcadas diferencias en la prevalencia y en el índice COPD entre individuos de distinta condición urbano rural y entre los diversos niveles socioeconómicos. Siendo la condición de ruralidad y el nivel socioeconómico más bajo las categorías con mayor riesgo de sufrir caries⁵.

En Chile, actualmente coexisten comunidades con el agua fluorurada y no fluorurada, a pesar de que por más de 60 años se ha estudiado el uso de fluoruros en la prevención de la caries dental. Su uso es ampliamente aceptado como un mecanismo seguro, efectivo, eficiente y apropiado para la prevención de la caries dental⁶⁻⁸. Más aún, su uso en la prevención de la caries dental se reconoce además como uno de los diez grandes logros de la salud pública del siglo pasado¹. El uso del agua de beber como un vehículo para fluoruros es reconocido internacionalmente, junto con la leche y la sal, como, un vehículo altamente costo-efectivo⁹, que conduce a un mejoramiento de la salud dental de la población y a una reducción de los costos totales para la sociedad, lo que apoya su implementación como una medida de salud comunitaria.

En nuestro país, como en muchos otros países, la fluoruración del agua potable es una de las principales estrategias para la prevención y control de la caries dental. En 1958 la OMS reconoce la importancia de la fluoruración del agua potable para el consumo comunitario y desde entonces sistemáticamente apoya el

uso del agua fluorurada para la disminución de riesgo de caries⁷. La literatura científica ampliamente documenta la efectividad del uso de fluoruros en el agua potable para la reducción de la caries dental⁷, sin embargo el efecto diferencial de los fluoruros en distintos niveles socioeconómicos para la reducción de caries es inconsistente. Por ejemplo un estudio conducido en el Reino Unido muestra que los fluoruros son más efectivos en comunidades más desfavorecidas que en comunidades más favorecidas socioeconómicamente¹⁰. En contraste, otros estudios no muestran este efecto^{11,12}. Una revisión sistemática de la literatura respecto del uso de agua potable fluorurada para el control de caries intenta abordar el efecto del fluoruro como herramienta de equidad, sus resultados indican que la pequeña cantidad de estudios, las diferencias en la recolección de datos y su baja calidad obligan a ser cautos en la interpretación de los resultados. Aparentemente existe alguna evidencia de que los fluoruros disminuyen la inequidad en la distribución de caries medida por el índice COPD en los 12 años de edad, y este efecto no se observa en otras edades. Respecto de otros ejes de inequidad como género, raza u otras variables no han sido abordadas¹³. Peres y col. en el año 2006¹⁴, reportan el resultado de la evaluación de 34.450 individuos de 12 años de 249 localidades en el Brasil, ellos muestran que en general, las localidades en mejores condiciones socio económicas presentan mayores facilidades para la fluoruración del agua potable y por tanto los beneficios que esto significa, se observan en este tipo de localidad en contraste con lo que sucede en aquellas más desprovistas. Hallazgos similares se encuentran en el estudio de Medina-Solis¹⁵, que evaluó a 2.939 niños mexicanos y encontró que los de menor posición socioeconómica tuvieron mayor experiencia, prevalencia y severidad de caries dental tanto en la dentición temporal como en la permanente.

El Decreto Supremo N°735 del 7 de noviembre de 1969 y su actualización, Decreto Supremo N°131 de 2006 aprueba el “Reglamento de los Servicios de Agua Destinados al Consumo Humano”, el cual establece que “La Secretaría Regional Ministerial de Salud respectiva determinará por resolución los servicios que a su juicio deban incorporar fluoruros en el agua”. Dicha Resolución se emitirá cuando la población a ser beneficiada, presente altos indicadores de caries dental

(prevalencia y severidad), y el nivel de fluoruros naturales presentes en el agua, sea insuficiente para prevenir caries ($< 0.5 \text{ mg/L}$)¹⁶. De acuerdo a los últimos informes disponibles existe una distribución de la fluoración del agua potable alcanzando cifras cercanas al 70% de cobertura de la población nacional. La vigilancia del agua potable fluorurada, se ha incorporado como un compromiso de gestión para las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud durante el 2005 lo que ha permitido vigilar la concentración de fluoruros en el agua potable. Sin embargo actualmente la Región del Bío Bío no se encuentra incorporada al programa de fluoración del agua potable dada una tenaz oposición de grupos organizados en la comunidad.

Dada la condición de inequidad que se manifiesta en la distribución de caries en la población de 12 años de Chile, que afecta principalmente a aquellos individuos de nivel socioeconómico más bajo, el propósito de este estudio es resolver la pregunta de investigación ¿Existen diferencias en la inequidad de la distribución de la caries dental en poblaciones de 12 años de edad de comunidades con agua fluorurada y comunidades sin agua fluorurada?

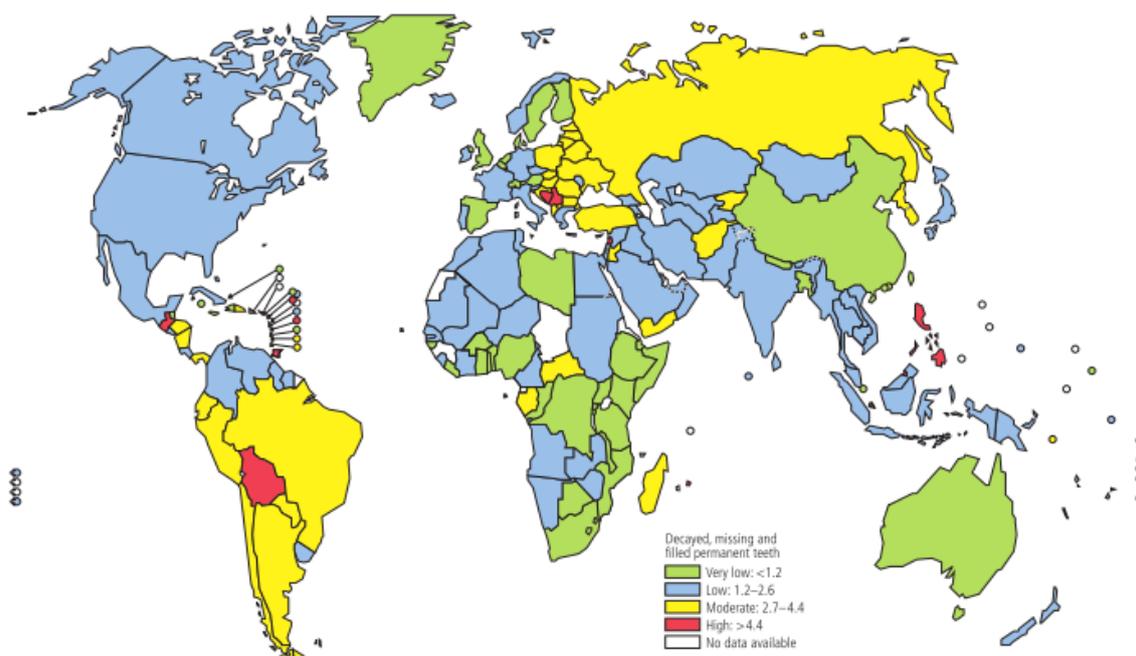
3. MARCO TEÓRICO

3.1 Epidemiología y distribución de caries.

Entre las enfermedades bucales, la caries dental es el mayor problema de salud oral. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es la tercera de todas las enfermedades crónicas que requiere atención en el mundo¹, y es una de las principales causas de la pérdida de dientes en adultos¹⁷⁻¹⁹. Se observa en la mayoría de los países industrializados, afectando entre el 60-90% de los escolares y casi un 100 % de la población adulta¹⁹ (cuando se hace referencia a la prevalencia de caries, ésta corresponde a experiencia o historia de caries en por lo menos un diente, es decir, índice COPD distinto de cero).

En el año 2004, la OMS actualizó la información epidemiológica mundial sobre salud oral para contar con un estudio ecológico de carga mundial de enfermedades orales. Se reportó que la distribución y gravedad de la caries varía en diferentes partes del mundo y entre la misma región o país. Los niveles de severidad de la caries, medido por el índice COPD (piezas cariadas, obturadas o perdidas por caries) a los 12 años, resumen que la experiencia de caries en niños es relativamente alta en las Américas (COPD = 3,0) y en la Región Europea (COPD = 2,6), mientras que el índice es menor en la mayoría de los países africanos, probablemente asociado a que la dieta sea menos cariogénica (COP-D = 1,7) (Figura 1)²⁰

Figura 1. Historia de caries (Cariadas, perdidas y obturadas (COPD) índice) en niños de 12 años de edad, en el mundo, 2004



Fuente: Extraído de Estudio global de carga de enfermedad oral y factores de riesgo, 2005²⁰.

Al igual que la mayoría de las patologías generales, la mayor carga de éstas se presenta en poblaciones desfavorecidas y marginadas socialmente, tanto en países en vías de desarrollo como en países desarrollados²⁰. Según el último estudio de carga mundial de enfermedad, se estimaba que en el año 2010 había un total de 3,9 billones de personas afectadas por patologías orales²¹.

En Chile, la situación presenta coincidencias en relación a lo descrito en la población mundial. Las patologías orales constituyen un grupo de enfermedades que conllevan una alta carga de enfermedad, son de alta prevalencia y alto costo de tratamiento²². La prevalencia de caries en Chile va aumentando a través del ciclo vital alcanzando a los 12 años un 62,5%. En adultos de entre 65 y 74 años la prevalencia es un 100%²³.

Según el estudio de carga de enfermedad de Bedregal, las condiciones orales representan el 1,4% de la carga de enfermedad medida a través de los años de vida ajustados por discapacidad (AVISA). Dentro de las condiciones orales, la mayor carga esta dada por la caries dental en los menores de 45 años y por el edentulismo en los de 45 años y más. La carga es mayor en mujeres que en hombres, al considerar todas las edades. Esta diferencia es especialmente importante en el grupo de 45 a 59 años donde el edentulismo es la tercera causa de AVISA en las mujeres y la carga, por esta causa específica, es 2,8 veces mayor en las mujeres que en los hombres²².

Los 12 años de edad constituyen la edad universal de vigilancia de caries a nivel internacional; permite realizar comparaciones entre naciones y además desarrollar un sistema de vigilancia dentro del país para comparar las tendencias de la enfermedad²⁴. Este grupo de edad de 12 años, es especialmente importante porque en muchos países es la edad en que los niños salen de la enseñanza escolar básica y por consiguiente, constituye la última oportunidad de obtener fácilmente una muestra confiable desde el sistema escolar. Es también la edad, en que la mayoría de los adolescentes tienen erupcionadas todas las piezas dentarias permanentes, exceptuando los terceros molares.

El estudio de Soto y cols.⁵, señala que la prevalencia de caries a los 12 años en Chile alcanza al 62,5% con un COPD de 1,9. Dicho estudio obtiene diferencias estadísticamente significativas de la prevalencia de caries de acuerdo al nivel socioeconómico (NSE). En ese estudio se utilizó la dependencia administrativa del colegio y la mensualidad de pago como variable proxy del NSE. Analizando los promedios entre los tres niveles socioeconómicos, se observa que el menor índice COPD lo presenta el NSE alto, seguido del NSE medio. El mayor índice lo presenta el NSE bajo. Cuando se comparó el índice COPD entre los NSE se observó que existían diferencias entre el nivel alto y medio y alto y bajo ($p < 0,0005$) y entre el NSE medio y bajo ($p = 0,026$). En el componente caries (C) del COPD, se observan diferencias significativas entre los NSE alto y medio y alto y bajo ($p < 0,005$).⁵

Tabla N°1: Historia de caries (COPD) en adolescentes de 12 años según NSE, Chile 2007

NSE	Nº de niños examinados	C	O	P	COPD
Alto *	334	Media=0,22 DS=0,7 I.C:[0,146:0,297]	Media=0,428 DS=1,0 I.C:[0,32:0,53]	Media=0,018 DS=0,17 I.C:[0,0:0,037]	Media=0,668 DS=1,24 I.C:[0,53:0,8]
Medio **	732	Media=0,79 DS=1,38 I.C:[0,69:0,89]	Media=1,08 DS=1,75 I.C:[0,95:1,2]	Media=0,09 DS=0,379 I.C:[0,06:0,12]	Media=1,96 DS=2,19 I.C:[1,8:2,1]
Bajo ***	1166	Media=0,877 DS=1,44 I.C:[0,79:0,96]	Media=1,19 DS=1,89 I.C:[1,08:1,89]	Media=0,152 DS=0,5 I.C:[0,12:0,18]	Media=2,22 DS=2,3 I.C:[2,08:2,35]

*Fuente: extraído de Soto y cols.⁵

En la distribución de la caries, también podemos encontrar diferencias asociadas principalmente al grado de desarrollo del país y a las políticas implementadas dirigidas a la prevención de las patologías bucales. El estudio de Laloo, confirma la existencia de la relación entre la caries y el desarrollo de los países. Ahí se plantea, que la caries es una buena medida alternativa para el nivel socioeconómico²⁵.

Otro estudio realizado en Brasil, también concluye que los indicadores de nivel socioeconómico se correlacionan en grado significativo con los índices de caries dental²⁶. Por último, un estudio de Loc Do, relaciona la caries con la percepción de salud oral tanto en niños como sus padres concluyendo el impacto negativo que tiene la enfermedad²⁷.

3.2 Medición y declinación de Caries

- Índice COPD

Es uno de los índices fundamental de los estudios odontológicos que se realizan para cuantificar la caries dental. Se describió en el año 1937 por Klein y Palmer²⁸ y señala numéricamente los resultados del ataque de caries llamado experiencia o historia de caries tanto presente como pasada, pues toma en cuenta los dientes con lesiones de caries y con tratamientos previamente realizados, o sea, la historia natural de esta enfermedad en los dientes de un grupo de

población. El componente C se refiere al número de dientes permanentes que presentan lesiones de caries no restauradas. El componente O se refiere al número de dientes permanentes que han sido atacados por caries, pero que ahora están restaurados. El componente P se refiere a los dientes permanentes perdidos por caries. Para la definición de individuos libres de caries, se considera desde la categoría del COPD=0.

Existe acuerdo general en la marcada reducción de prevalencia de caries entre niños y adultos jóvenes, que ha ocurrido en la mayoría de los países desarrollados en las recientes décadas²⁹, siendo esta reducción especialmente marcada en los países nórdicos, expresándose en el aumento del porcentaje de pacientes libres de caries y en la disminución del índice COPD total y C (caries) en particular, mientras que los países en vías de desarrollo mantienen una tendencia a mantener su nivel de caries en el tiempo³⁰.

La disminución del índice COPD también ha ido acompañada de un gran cambio en cómo se distribuye la caries en una población. A fines de los setenta, en los países desarrollados a la edad de 12 años, la distribución de caries era relativamente simétrica, adoptando características de distribución normal, con una moda alrededor de 4 y con un 10% de población libre de caries. En cambio, a mediados de los noventa, la distribución es prácticamente unimodal con su valor en cero, con un 54% de niños libres de caries³¹.

A pesar de que esta reducción ha sido importante, la caries dental continúa siendo un problema de salud pública, ya que afecta a un porcentaje importante de la población³². En varios países en que la caries ha disminuido en los escolares, se ha observado acumulación de la mayor severidad de caries en un pequeño segmento de la población de todas las edades³², fenómeno conocido como *polarización de caries*, estimando en países como Suecia y Finlandia, que el 60% de las caries encontradas, se desarrollan en solo un 20 % de la población. Dicho cambio en la distribución y severidad de las enfermedades bucales se acompaña con una gran variabilidad entre diferentes países, inclusive en un mismo país entre

sus regiones y ciudades²⁰.

Las razones por las cuales ha ocurrido esta baja en los niveles de caries es un tema de constante debate, atribuyéndolo a medidas de salud pública como la fluoruración del agua^{33,34}, el uso masivo de pastas fluoruradas, el cambio en el criterio diagnóstico y de tratamiento, tendiente más hacia lo preventivo y tratamientos mínimamente invasivos³⁵ y por la mejoría de los estándares socioeconómicos de la población de estos países europeos, además de un énfasis dado por el estado a la salud bucodental.

- Índice Significativo de Caries (Significant Caries Index SiC)

En 1981 la asamblea mundial de la salud dependiente de la OMS, declaró que el objetivo global de la salud oral para el año 2000 debería ser que el índice COPD para la edad de 12 años no debería exceder el valor de 3 en todos los países. Alrededor de veinte años más tarde, cerca del 70% de los países del mundo han conseguido tal objetivo o nunca han excedido ese valor³⁶.

Sin duda, estos hechos reflejan un gran avance en el mejoramiento de la salud oral de las personas. Sin embargo, un análisis detallado de la situación de caries en muchos países, muestra que existe una distribución sesgada de la prevalencia de caries, es decir una proporción no despreciable de los niños de 12 años de edad, aún se mantiene con índices altos o muy altos de COPD, concentrando los niveles de enfermedad. De esta manera podemos evidenciar que el promedio de los valores de COPD no reflejan adecuadamente esta distribución, llevando a pensar erróneamente que la situación de caries de toda la población está controlada, mientras en realidad muchos individuos aún tienen altos niveles de caries.

Un nuevo índice llamado Índice Significativo de caries fue propuesto en el año 2000^{37,38}, con el fin de prestar atención a aquellos individuos con la mayor

cantidad de enfermedad de caries en cada población. El SiC es el promedio del tercio de la población que concentra el mayor valor de COPD, por lo que complementa la información que entrega el COPD por sí solo.

Para calcular el SiC, se deben:

- Ordenar los individuos de acuerdo a su índice COPD.
- Seleccionar el tercio de la población que presente los valores más altos.
- Calcular el promedio de COPD para este subgrupo.

Simultáneamente, un nuevo objetivo en salud oral fue propuesto para el año 2015 y es que el índice SiC sea menor a 3 a la edad de 12 años. Cuando los países alcancen esa meta, la idea propuesta es que presten atención a las provincias, regiones, ciudades, etc., en que el SiC aún sea mayor de 3³⁷.

Los niveles de severidad en prevalencia de caries, propuestos por la Organización Mundial de la Salud, según COPD y COPS son:

0.0 – 0.1 → Muy bajo.
0.2 – 2.6 → Bajo.
2.7 – 4.4 → Moderado.
4.5 – 6.5 → Alto.
Mayor 6.6 → Muy alto.

- *Sistema Internacional para la Detección y Evaluación de Caries.*
ICDAS

En la actualidad hay varios sistemas para detectar y evaluar caries dental según país y autor. Esto, hace imposible estudios epidemiológicos comparativos entre poblaciones, para determinar las medidas más eficientes para promover y proteger la salud dental de la población. En los registros de odontólogos que utilizan

un mismo sistema para la detección de caries, es frecuente encontrarse, algún grado de desacuerdo en el diagnóstico de caries de una misma población.

En el año 2005 surge el ICDAS II (International Caries Detection and Assessment System) que es un nuevo sistema internacional de detección y diagnóstico de caries, consensado en Baltimore, Maryland, Estados Unidos, para la práctica clínica, la investigación y el desarrollo de programas de salud pública. El objetivo era desarrollar un método visual para la detección de la caries, en fase tan temprana como fuera posible, y que además detectara la gravedad y el nivel de actividad de la misma.

Un estudio llevado a cabo por en la Facultad de Odontología de la Universidad de Michigan en 2007 demostró que el sistema es práctico, tiene validez de contenido, validez discriminatoria y validez de correlación con el examen histológico de las fosas y fisuras en dientes extraídos³⁹.

Es un método especialmente útil para la detección temprana de caries de esmalte y la planificación de la terapia de remineralización individual, así como para el seguimiento del patrón de caries de una determinada población.

El sistema tiene 70 al 85% de sensibilidad y una especificidad de 80 al 90% en detectar caries, en dentición temporal y permanente, dependiendo esta diferencia por el grado de entrenamiento y calibración del personal examinador. Índice de concordancia Kappa ≥ 0.65 ^{39,40,41}.

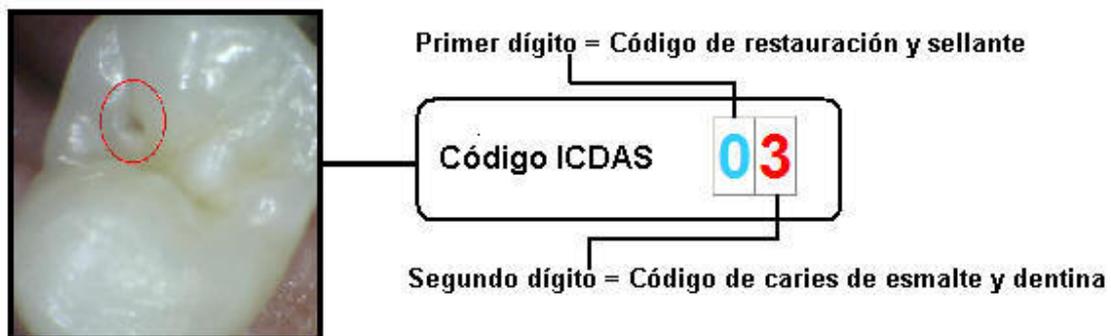
En relación a qué profesionales usan dicho índice y de acuerdo a lo recomendado por la Guía Clínica AUGÉ: "Salud Oral para niños y niñas de 6 años" del Minsal⁴², el diagnóstico de caries es un proceso decisonal que recae en el clínico (odontólogo). El proceso se inicia con la indagación del motivo de consulta y luego con la realización del examen clínico, que pretende detectar eventuales lesiones. Luego de eso se realiza una evaluación y clasificación de riesgo del

paciente recopilando además antecedentes de la historia médica y dental relevante personal y familiar.

Nomenclatura del Sistema Internacional para la Detección y Evaluación de Caries (ICDAS II)

La nomenclatura comprende dos dígitos, el primero del 0 al 8 corresponde al "Código de restauración y sellante", el número 9 corresponde al "Código de diente ausente"; y el segundo dígito del 0 a 6 corresponde al "Código de caries de esmalte y dentina" (Figura 2).

Figura 2 : Ejemplo de codificación usando ICDAS II



El primer dígito en este caso el 0 identifica a la superficie de la pieza dental como "No restaurado ni sellado"; el segundo dígito en este caso el 3 identifica a la superficie de la pieza dental como caries de esmalte y dentina: "Pérdida de integridad del esmalte < 0.5mm., dentina no visible". La codificación se realiza por unidad de superficie, los límites de la superficie dental deben ser conocidos; para que el registro de la extensión de caries sea estandarizado. La nomenclatura completa se expone en la tabla N°2.

Tabla N°2: Nomenclatura del Sistema Internacional para la Detección y Evaluación de Caries (ICDAS II)

Código de restauración y sellante		Código de caries de esmalte y dentina		Código de diente ausente	
0	No restaurado ni sellado	0	Superficie dentaria sana	97	Diente extraído por caries
1	Sellante parcial	1	Cambio visual Inicial de esmalte	98	Diente ausente por otras razones
2	Sellante total	2	Cambio visual distintivo en esmalte	99	Diente sin erupcionar
3	Restauración diente teñida	3	Pérdida de esmalte sin dentina visible		
4	Restauración de amalgama	4	Sombra subyacente desde dentina no cavitada		
5	Corona de acero	5	Cavidad distintiva con dentina expuesta		
6	Porcelana, oro, corona PFM o carilla	6	Extensa cavidad con dentina expuesta		
7	Restauración desalojada				
8	Restauración temporal				

3.3 Fluoración del agua potable y su efecto en las caries.

El fluoruro juega un rol principal en la prevención y control de la caries. Es a partir de observaciones hechas por odontólogos estadounidenses y europeos a principio del siglo XX que se descubrió el efecto protector del fluoruro sobre la caries. La presencia del "esmalte moteado" en niños (dientes con pigmentaciones de color café) permitió revelar los efectos de los iones de fluoruros en los dientes. Los fluoruros se encuentran naturalmente en el agua, pero en las comunidades donde se observaba el "esmalte moteado", se encontraban en concentraciones inusualmente altas. Además de las pigmentaciones, condición que pasó a llamarse "fluorosis", estas comunidades presentaban menor prevalencia de caries, lo que motivó a los investigadores a buscar el nivel óptimo de fluoruros en el agua de consumo, para maximizar su efecto protector y minimizar el riesgo de fluorosis en la población. HT Dean⁴³, planteó que ese nivel óptimo de fluoruros estaba alrededor de 1 ppm (1 mg/l), admitiendo pequeñas variaciones según la temperatura ambiental. La Asociación Dental Americana recomendó oficialmente la fluoruración del agua potable para la prevención de caries en la población de Estados Unidos en la década de los 50, propuesta que fue apoyada posteriormente por la Organización Mundial de la Salud y la Organización

Panamericana de la Salud, extendiéndose su aplicación a diversos países en el mundo^{44,45,46}.

A pesar del impacto que generó en la salud pública y en la odontología el descubrimiento del rol de los fluoruros en la prevención de la caries, la fluoruración del agua potable ha sido objeto de intensas discusiones éticas. Mientras algunos la celebran como uno de los diez principales logros de la salud pública en el siglo XX⁴⁷, otros consideran que es una medida poco ética que viola principios bioéticos fundamentales⁴⁸.

La fluoruración del agua como política pública ha sido ampliamente documentada con variados resultados. Un estudio realizado el año 2005 en Brasil que compara los resultados obtenidos en relación a historia de caries dental y dolor odontogénico entre los años 1997 y 2003 estimó una reducción significativa en la prevalencia de caries y el COPD. Los autores explican este descenso probablemente a la incorporación de políticas de promoción de la salud y las medidas colectivas consolidadas entre esos años, como la fluoruración del agua potable y el aumento en el uso de dentífricos con flúor⁴⁹. Se han reportado diferencias en todas las edades, pesquizando un mayor porcentaje de niños libres de caries en las ciudades con fluoruración de agua potable⁵⁰⁻⁵³. Las edades estudiadas están entre los 5 y los 12 años; entre ellas, son estadísticamente significativas sólo a los 5, 6, 8, 9 y 12 años de edad. En otro estudio realizado en Brasil, el índice COP-D para todas las edades no mostró diferencias estadísticamente significativas, pero en las ciudades con el agua fluorurada, había un menor porcentaje de dientes con experiencia de caries y mayor porcentaje de dientes intactos, lo que indica una mejor salud oral en estos municipios⁵⁰. Los resultados obtenidos por Cypriano, en el grupo de niños que viven en regiones sin fluoruración de los suministros públicos de agua son coincidentemente las ciudades más pequeñas. Por lo tanto, debido a esta heterogeneidad en cuanto al tamaño de los municipios de las regiones incluidas en su estudio, existe un sesgo que no permite responder si el tamaño de la ciudad podría estar interfiriendo en los datos relacionados con el papel de la fluoruración del agua⁵⁰.

Baldani y cols.⁵⁴ reportó una diferencia significativa entre el COP-D promedio de los niños a los 12 años de los municipios que tenía fluoruro en el sistema de abastecimiento público de agua (COP-D de 5,05) en comparación con los que no tienen (COP-D de 5,95) y una correlación negativa entre el COP-D y el porcentaje de hogares conectados a la red de agua en los municipios con flúor. Estos resultados pueden expresar que los altos niveles de caries están asociados a condiciones poblacionales, que corresponden a determinantes estructurales e intermedios y no sólo factores individuales. La incorporación de fluoruro a los suministros públicos de agua es la medida de Salud Pública más eficiente a la fecha, para la reducción de la prevalencia de caries dental.

A diferencia de los hallazgos anteriores, Maupomé y cols., concluyeron que es difícil asociar directamente la fluoruración del agua potable a la baja prevalencia de caries en algunas poblaciones, debido a las diferentes fuentes de fluoruro a la que las poblaciones están expuestas y el acceso a los servicios de cuidado dental asociados⁵⁵.

Una revisión sistemática del año 2000 en relación a la fluoruración del agua potable para el control de caries dental, intentó abordar el efecto del fluoruro como herramienta de equidad. Sus conclusiones indican que la pequeña cantidad de estudios, las diferencias en la metodología de la recolección de datos y el análisis estadístico de éstos, además de la baja calidad de evidencia sugieren cautela en la interpretación de los resultados¹³.

Entre las políticas públicas que pretenden abordar el problema de salud bucal implementadas en Chile, se destaca la fluoruración del agua potable, la incorporación de garantías explícitas en salud oral y el énfasis en las metas sanitarias en atención primaria de salud. Estas medidas, en su mayoría, se han adoptado desde experiencias exitosas a nivel mundial, siendo la fluoruración del agua potable, uno de los métodos con la mejor relación costo-efectividad en la prevención de caries y con mayor respaldo reportado por la evidencia⁵⁵⁻⁶⁰.

Las Secretarías Regionales Ministeriales emitirán la resolución de fluorurar el agua cuando la población a ser beneficiada, presente altos indicadores de caries dental (prevalencia y severidad), y el nivel de fluoruros naturales presentes en el agua, sea insuficiente para prevenir caries ($< 0.5 \text{ mg/L}$)⁶¹. La vigilancia del agua potable fluorurada, se ha incorporado como un compromiso de gestión para las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud durante el 2005 lo que ha permitido vigilar la concentración de fluoruros en el agua potable desde ese año en adelante.

En Chile, la concentración óptima recomendada en agua de beber natural o artificialmente fluorurada es entre 0,6 y 1,0 ppm F⁶² y se estima que la cobertura nacional de agua potable fluorurada sería de 82,3% en la población urbana, siendo uno de los pocos países en que gran parte de su población está cubierta por agua potable fluorurada. La fluoruración del agua comenzó en Valparaíso en 1986⁶³ y se ha ido implementado progresivamente en 14 de 15 regiones, excluyendo la Región del Bío-Bío, en donde no se ha adoptado esta medida.

En años anteriores, el agua potable fluorurada era la fuente principal de fluoruros; sin embargo en la actualidad existen diversas fuentes alternativas que permiten una exposición mayor a fluoruros, como por ejemplo la pasta dental, sal y leche fluoruradas, tabletas de fluoruros y el agua embotellada, entre otros. Por lo tanto, es fundamental determinar la real exposición a fluoruros de la población, para de este modo evitar el sobretratamiento con fluoruros y, en consecuencia la fluorosis dental. Algunos estudios en países donde la prevalencia de caries ha disminuido, sugieren como medida más efectiva el uso de flúor tópico para prevenir la caries. Sin embargo, la fluoruración del agua potable todavía puede ser una medida de salud pública relevante en las poblaciones de países más pobres y desfavorecidos⁶⁴.

3.4 Contenido de fluoruros en el agua potable en Chile

Debido a la importancia clínica de conocer la concentración de fluoruros en el agua potable de las principales ciudades de Chile, se expresan a continuación, como referencia, las concentraciones promedios obtenidas en el año 2015 por el departamento de normalización y control de la Superintendencia de Servicios Sanitarios de Chile, la que resume los análisis químicos enviados por las diversas empresas sanitarias del país (ver tabla N°3).

Es preciso destacar que las empresas de agua potable que están fluorurando sus aguas en forma artificial y en la red de agua potable cada 500.000 habitantes o fracción, deben medir diariamente la concentración de fluoruros, debiendo entregar mensualmente a la Secretaría Regional Ministerial de Salud, sus muestras diarias de autocontrol y las concentraciones de cada planta, las que a su vez son remitidas al Ministerio de Salud. Por su parte, la autoridad sanitaria regional debe medir al menos una vez al mes la concentración de fluoruros entregada en el agua potable por cada uno de los servicios⁶².

Es importante, mencionar además, que existen comunas de la IV región (La Serena y Coquimbo) en que los valores de flúor corresponden a concentración natural de flúor en el agua potable.

Tabla N° 3: Referencia de n° de análisis y valores promedio de la concentración de fluoruros en el agua potable en algunas ciudades de Chile.

Región	Ciudad	Empresa	N° de análisis año 2008	Promedio mg/l (ppm)	Promedio mg/l (ppm) enero 2015
XV	Arica	Aguas del Altiplano	1.099	0,761	0,6
I	Iquique	Aguas del Altiplano	1.090	0,816	0,7
	Pisagua		1	0,520	
	Huara				0,3
	Pozo Almonte				0,8
	Pica				0,8
II	Antofagasta	Aguas de Antofagasta	488	0,728	0,7
	Calama		418	0,736	0,7
	Mejillones				0,8
	Tocopilla		147	0,744	0,7
	Tal Tal		26	0,778	0,8
III	Copiapó	Aguas Chañar	733	0,580	0,7
	Caldera		167	0,583	0,7
	Chañaral		174	0,607	0,7
	Diego de Almagro		161	0,662	0,8

IV	La Serena	Aguas de Valle	2	0,545	
	Coquimbo		2	0,540	
	Tongoy		365	0,732	0,8
	Vicuña		367	0,745	0,9
	Ovalle		367	0,798	0,8
	Illapel		367	0,965	0,8
	Los Vilos		367	0,881	0,9
V	Valparaíso	EsvaI	373	0,666	0,7
	Viña del Mar		373	0,642	
	Quintero		368	0,645	0,7
	San Felipe		367	0,718	
	Los Andes		368	0,757	
	Quillota		368	0,668	
	Villa Alemana		368	0,666	
	Quilpué		373	0,663	
	Limache		368	0,605	0,6
	La Calera		368	0,587	
	Casablanca		367	0,695	0,7
	San Antonio		368	0,632	
R.M.	Algunas comunas	Varias empresas	376	0,618	
VI	Rancagua	ESSBIO	368	0,796	
	San Fernando		367	0,892	
	Pichilemu		368	1,00	
VII	Talca	Aguas Nuevo Sur Maule	205	0,945	
	Constitución		63	0,965	
	Curicó		48	0,922	
	Linares		49	0,852	
VIII	Concepción	ESSBIO	2	0,003	
	Talcahuano		2	0,055	
	Lota		2	0,030	
	Chillán		2	0,030	
	Los Ángeles		1	0,030	
	Arauco		2	0,030	
IX	Temuco - Centro	Aguas Araucanía	1.191	0,834	
	Nueva Imperial		367	0,839	
	Villarrica		735	0,894	
	Pucón		368	0,871	
	Angol		734	0,945	
	Victoria		732	0,903	
XIV	Valdivia	Aguas Décima	508	0,939	
	La Unión		351	0,910	
X	Osorno (promedio)		350	1,016	
	Puerto Montt (promedio)		349	0,939	
	Llanquihue		354	1,071	
	Puerto Varas		352	0,951	
	Ancud		160	0,978	
	Castro		635	1,008	
XI	Coyhaique	Aguas Patagonia	43	0,900	
	Puerto Aysén		43	0,906	
	Balmaceda		49	0,917	
XII	Punta Arenas	Aguas Magallanes	123	0,763	
	Puerto Natales		122	0,814	
	Porvenir		123	0,753	

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios de Chile, Enero 2015.

Las concentraciones de ión fluoruro recomendadas para las regiones de Chile en el agua potable, se muestran en la tabla N°4, siendo entre 0,6 y 1,0 mg/l.

Tabla N°4 Concentración óptima de flúor recomendada según región

Región	Flúor (mg/l)	Región	Flúor (mg/l)
XV	0.6	VII	0.8
I	0.7	VIII	Sin implementar
II	0.7	IX	0.9
III	0.6	XIV	0.9
IV	0.7	X	1.0
V	0.6	XI	0.8
R.M	0.6	XII	0.8
VI	0.7		

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios de Chile, Enero 2015.⁶⁵

Determinar el efecto que produce la fluoruración del agua potable en la comunidad respecto de la distribución de caries dental permitirá a los tomadores de decisiones en salud fortalecer y profundizar el uso de fluoruros masivamente en nuestra población, además contribuirá a mejorar el conocimiento científico de esta importante medida de salud pública.

3.5 Ingesta y Distribución de Fluoruros.

Es necesario comprender todos los aspectos del metabolismo del fluoruro para determinar los efectos biológicos de este ión en humanos. Entre los factores que modifican el metabolismo o efectos del fluoruro se encuentran: alteraciones ácido-base, insuficiencia renal, altura del lugar de residencia, ritmo circadiano y hormonas, estado nutricional, actividad física, composición de la dieta, factores genéticos y edad⁶⁶.

La ingesta óptima corresponde a la ingesta de cantidades adecuadas de nutrientes necesarias para el buen funcionamiento del organismo. La evidencia disponible define la ingesta óptima como un valor de referencia, puesto que la ingesta de fluoruro varía sustancialmente de persona a persona, de comunidad a comunidad. Lo anterior, dificulta calcular con precisión los niveles exactos que pueden ser ingeridos, por ello, debe tenerse en cuenta que esos niveles referenciales sólo se han estimado a partir de promedios del consumo diario⁶⁶⁻⁷⁰. Un estudio define que la ingesta “óptima” de fluoruro ampliamente aceptada se encuentra entre 0,05 y 0,07 mg/kg⁶⁹. Otro autor estimó que la “dieta diaria promedio” contiene entre 1,0 y 1,5 mg de fluoruro, del cual se establece que una proporción aproximada de 0,05 mg/kg es utilizada para niños de 1 a 12 años de

edad⁶⁶. Otros investigadores citaron varias fuentes que sugieren que 0,06 mg/kg de fluoruro fue considerado como óptimo. Sin embargo no está claro si este nivel de ingesta es “óptimo” para la prevención de caries, prevención de fluorosis o una combinación⁶⁷.

Se sabe que entre 20-60 minutos después de la ingesta, los niveles de fluoruros en el plasma aumentan rápidamente y comienzan a declinar debido a dos razones: captación en tejidos calcificados y excreción en orina⁶¹. La concentración máxima de fluoruro en el plasma es proporcional a la dosis ingerida y al ritmo de absorción, aunque también está influida por el peso corporal del individuo⁷¹. A mayor peso corporal encontraremos valores más bajos de fluoruro en plasma y viceversa^{72,73}. La concentración máxima se produce a los 30 minutos aproximadamente, con independencia de la cantidad de flúor ingerida⁷⁴. La concentración de fluoruro en el plasma vuelve a sus niveles basales entre 3-6 hrs después de la ingesta de una pequeña dosis de fluoruros. En general la absorción se reduce por el calcio y otros cationes, y por elevados niveles de fluoruro en el plasma⁷⁵. En ausencia de altas concentraciones de ciertos cationes (Ejemplo, calcio y aluminio), que forman compuestos insolubles con el fluoruro⁷⁶, casi el 90% del fluoruro que ingresa al cuerpo es absorbido vía tracto intestinal y pasa rápidamente a la sangre. El 10% restante que no ha sido absorbido en el intestino, por su forma insoluble, es excretado por las heces^{72,77,78}. La velocidad de absorción gástrica se encuentra inversamente relacionada con el pH de los contenidos gástricos. Cuando el fluoruro (F-) entra en el estómago, se combina rápidamente con los iones hidrógeno (H+) y se convierte en ácido fluorhídrico (HF), una molécula sin carga que atraviesa fácilmente las membranas biológicas, incluyendo la mucosa gástrica. Al considerar este tema, es útil tener en cuenta que el fluoruro de hidrógeno (HF) es un ácido débil con un pKa de 3,4. Esta es una evidencia considerable que muestra que varios de los aspectos del metabolismo de fluoruro son pH dependiente y que la migración de iones a través de la transmembrana se produce en forma de HF en respuesta a las diferencias en la acidez de los compartimentos de fluidos corporales adyacentes⁷⁵. Los estudios de

membranas con bicapa lipídica han demostrado que el coeficiente de permeabilidad de HF es un millón de veces mayor que la de fluoruro iónico⁷⁹.

Otros factores que condicionan la máxima concentración plasmática son la duración de la exposición, el grado de mineralización de los tejidos duros, la edad del individuo⁸⁰, el volumen de distribución y las tasas de “*clearance*” de fluoruro desde el plasma a los riñones y al esqueleto. La declinación rápida de las concentraciones plasmáticas que se produce como la tasa de disminución de la absorción es debido a los “*clearances*” renales y esqueléticos de fluoruro. En general, el “*clearance*” de fluoruro desde el plasma al esqueleto se encuentra relacionado de manera inversa con la etapa de desarrollo esquelético. La captación ósea, sin embargo, puede ser positiva o negativa, dependiendo del nivel de ingesta de fluoruro, estado hormonal, y otros factores⁷⁵. Por lo tanto, obtener predicciones válidas de la ingesta de fluoruro a partir de mediciones de la excreción urinaria de fluoruro, hacen que el riesgo de fluorosis dental y del esqueleto pueden evaluarse más fácilmente, ya que la toma de muestra de orina para la medición de fluoruro es relativamente sencillo^{81,82}. Un grupo de investigadores lo expresó como una relación entre la Ingesta de Fluoruro Total Diario (TDFI), la Excreción de Fluoruro Urinario Diario (DUFE), Retención de Fluoruro Fraccional (FFR) y Retención de Fluoruro Diario (DFR), con el fin de clarificar la capacidad de DUFE para predecir TDFI y por tanto el riesgo de desarrollar fluorosis⁸¹.

El fluoruro se distribuye ampliamente desde el plasma a todos los órganos y tejidos, dependiendo de la perfusión sanguínea. En general, la concentración de fluoruro presente en los tejidos blandos es baja, excepto para el riñón, cerebro y tejido adiposo. En el órgano renal existe una concentración más alta que en el plasma, en cambio en el tejido adiposo y en el cerebro las concentraciones son menores. Un porcentaje del fluoruro que ingresa al cuerpo es excretado en la orina y aproximadamente el 99% de todo el fluoruro retenido en el organismo es acumulado en los tejidos calcificados (huesos y dientes). La proporción de fluoruro

retenido en tejidos duros en niños es mayor que en adultos y no se observan diferencias por género⁸¹.

3.6 Excreción de Fluoruro.

La eliminación del fluoruro se efectúa principalmente por la orina. Se filtra por el glomérulo y se reabsorbe en los túbulos por difusión pasiva. La excreción renal se realiza de una forma relativamente rápida, una tercera parte del fluoruro absorbido aparece en la orina a las 3-4 horas, eliminándose casi totalmente en 12 horas. La excreción máxima se produce entre la primera hora y media y las tres horas luego de la ingestión⁸³.

En condiciones de normalidad, cerca del 50-60% del fluoruro consumido en el día es excretado en la orina en adultos y 30-40% en niños preescolares⁸⁴. Sin embargo la cantidad de fluoruro eliminada puede variar entre individuos atribuido a diversos factores, entre los que se incluyen la edad del individuo, la composición de la dieta, la cantidad de orina excretada, el pH urinario, la velocidad de flujo, la integridad del riñón (la presencia de insuficiencia renal, sobre todo si modifica la filtración glomerular, puede alterar el proceso de eliminación), la cantidad de fluoruro almacenado en los huesos y algunas enfermedades respiratorias y metabólicas⁷². Durante el periodo de crecimiento la eliminación en orina es más baja, debido a que la cantidad de este ión que se está acumulando en los huesos y en los dientes aumenta^{72,85-87}.

Un factor determinante en la excreción urinaria de fluoruro es, además de la cantidad de orina excretada, el pH. El equilibrio entre el ión fluoruro y el ácido fluorhídrico (HF) es dependiente del pH. La reabsorción tubular ocurre principalmente en forma de HF y es mayor en orinas ácidas. Por lo tanto al producirse alteraciones en el balance ácido-base del cuerpo que resulten en la disminución del pH (acidosis) aumentan la reabsorción tubular y disminuye la excreción urinaria de fluoruro, mientras que si aumenta el pH urinario (alcalosis)

disminuye la reabsorción y aumenta su excreción. El porcentaje de fluoruro reabsorbido por los túbulos renales puede variar entre el 10 y el 90% del fluoruro filtrado, dependiendo en gran parte del pH del fluido tubular^{72,73,75}.

3.7 Análisis Flúor en la Orina.

Los métodos actuales de análisis de flúor en orina son⁸⁴:

- Concentración de fluoruro en una muestra única.
- Cantidad de fluoruro excretado en una muestra de orina de 24 horas.
- Cantidad de fluoruro excretado en cortos periodos de tiempo
- Razón Flúor/creatinina.

Las muestras de orina de 24 horas son las más fidedignas y las que conviene recoger siempre que las decisiones o interpretaciones se basen en datos procedentes de un sólo individuo. Las determinaciones del fluoruro en muestras puntuales de orina dan resultados variables para un mismo individuo según el momento de la recogida, así como para diferentes individuos sometidos a una exposición comparable y explorados al mismo tiempo, pero proporcionan valores medios suficientemente precisos en el caso de grupos y se pueden usar con fines de higiene industrial o estudios epidemiológicos de población. Las concentraciones urinarias de fluoruro varían característicamente de hora en hora, de día en día y de individuo en individuo. La excreción de fluoruro es tan rápida que en muestras de orinas recogidas a las 2-3 horas de la ingestión, aparece ya una proporción apreciable de la cantidad total de fluoruro que se eliminará por esa vía. Por otra parte, si el individuo ingiere gran cantidad de líquido, puede emitir una orina diluida con una concentración más baja de fluoruro⁸⁸.

Una sola muestra de orina matinal conocida como "spot" es más fácil de recoger en comparación con la muestra de orina recolectada en 24 horas que generalmente se realiza en las investigaciones clínicas y el diagnóstico o la

detección de algunas enfermedades⁸⁹. Sin embargo, la concentración urinaria de muchos elementos, tales como el fluoruro puede variar durante todo el día, y por lo tanto la medición de su concentración en una muestra de orina puede no ser representativa de la excreción urinaria de fluoruro de 24 hrs⁹⁰.

La creatinina es un buen índice del volumen del filtrado glomerular siendo este el método más ampliamente utilizado⁹¹. Esta proteína no se modifica por la dieta, pero sus valores pueden aumentar con la edad y el ejercicio físico intenso⁹².

Martheler, estableció en su trabajo "Seguimiento de la excreción renal de fluoruro en los programas de prevención de la comunidad en la salud oral", que la concentración de creatinina urinaria se puede utilizar para estimar las tasas de excreción de ciertos elementos mediante el cálculo de sus respectivas relaciones de creatinina. Como el total de la excreción de creatinina urinaria es relativamente constante durante todo el día en sujetos sanos, puede ser utilizado para ayudar a corregir la variación diaria en la dilución urinaria, y están disponibles las normas para las 24 hrs. de creatinina en orina para los diferentes grupos de edad⁹³.

Los valores de la creatinina en la orina (muestra de 24 horas) pueden fluctuar de 500 a 2.000 mg/día. Los resultados dependen de la edad y de la cantidad de masa corporal magra. Otra forma de expresar el rango normal para estos resultados del examen es⁹⁴:

- 14 a 26 mg por kg de masa corporal por día para los hombres.
- 11 a 20 mg por kg de masa corporal por día para las mujeres.

Se ha registrado que el valor de 24 horas de creatinina urinaria media es de 15mg/kg peso corporal/día con percentiles de 5 y 95 de 8 y 22 mg/kg de peso/día respectivamente. Estos valores han sido reportados como el estándar de excreción urinaria de creatinina para niños jóvenes^{95,96}. Por lo tanto, relacionar la excreción del fluoruro con la excreción de creatinina tiene como objetivo corregir

los efectos de la diuresis en la excreción. La razón flúor (mg) / creatinina (g), refleja con más precisión la cantidad de fluoruro excretado por orina⁹¹.

Un investigador estudió la razón flúor-creatinina en un colectivo de niños menores de 14 años que residía cerca de una fundición de aluminio. Encontró una media de 0,52 mg flúor/g creatinina. Otro grupo de su estudio que bebía agua fluorada embotellada excretaba 0,69 mg flúor/g creatinina, y un tercer grupo, que recibía tratamiento diario con tabletas fluoradas, tenía una media de excreción de 0,82 mg flúor/g creatinina⁹⁷. Otro grupo de investigadores encontró una media de 1,51 mg F/g Cr al estudiar niños Hungaros de 8 a 13 años de edad⁹⁸. Otros investigadores estudiaron niños entre 3 y 7 años reportando valores de 1,00 mg F/g Cr⁹⁹. Otro trabajo reportó una relación flúor/creatinina de 1,49 mg F/g Cr en niños de 0 a 36 meses⁹⁰.

Autores concluyeron que había una correlación lineal entre la cantidad de fluoruro excretado y medido en orina de 24 horas y la razón flúor/creatinina ($r = 0,68$ $p < 0,001$)⁹⁸. Otros científicos llegaron a la misma conclusión al estudiar el metabolismo del fluoruro sobre 24 individuos¹⁰⁰. Un estudio concluyó que la razón flúor/creatinina determinada en muestras puntales de orina por la mañana puede ser utilizada para valorar la excreción de fluoruro, estos resultados son equivalentes a los encontrados en muestras de orina de 24 horas⁹⁰.

Existen diversos estudios en relación a las medidas de concentración de fluoruros en la orina, sin embargo, a pesar de la correlación positiva entre el "clearance" urinario de fluoruro y creatinina en bebés, niños preescolares y adultos de 16 a 79 años, su uso para adolescentes no se ha investigado¹⁰⁰. Estudios sugieren que la razón flúor/creatinina en una muestra de orina se puede utilizar como un índice de las 24 horas de la excreción urinaria de fluoruro en las poblaciones, en ausencia de suplementos de flúor en la dieta, tales como tabletas de fluoruro o leche fluorada⁹³.

Un estudio estableció que los valores de excreción urinaria media de

fluoruros en la orina en niños de entre 0 y 36 meses obtenida fue de 0,33 mg/día¹⁰¹. Lo anterior fue similar al valor medio de 0,36 mg/día para los niños irlandeses de 1,8 a 5,2 años de edad¹⁰², y al valor de 0,34 mg/día en niños iraníes de 4 años de edad que viven en áreas con agua fluorada⁹⁰. Esto fue más bajo que los 0,48 mg/día reportados en niños alemanes 3-6 años de edad que vivían en una comunidad no fluorada y que consumían sal fluorada¹⁰³.

Los valores de excreción de fluoruros en la orina usando la razón flúor/creatinina en niños de entre 0 y 36 meses, al comparar un “spot” matinal y una muestra de 24 horas, arrojaron resultados con valores similares, en donde la muestra de un “spot” de orina dio un valor de 0,33+/- 0,13 mg/día de fluoruro, el cual se encuentra en excelente relación con la medida de la muestra de 24 horas que fue de 0,33 +/- 0,16 mg/día de fluoruro¹⁰¹. Resultados similares fueron reportados en niños rumanos de 3 a 7 años de edad en un resumen reciente, donde la excreción de fluoruro fue de 0,34 ± 0,19 mg / día cuando se realizó un muestreo de orina controlada por un tiempo de 16 h en comparación con 0,32 ± 0,05 mg / día cuando estima a partir de la relación F/Cr⁹⁹.

Un estudio piloto realizado en Santiago de Chile el 2014, evaluó diferencias entre la estimación de concentración de fluoruros en la orina matinal comparado con el volumen de orina de 24 horas en adolescentes de 12 años. Sus valores medios fueron 1,22 (± 1,89) mg/día y 0,23 (± 0,05) mg/día, respectivamente (Bruna F y cols. 2014)¹⁰⁴.

3.8 Estimación de la ingesta de fluoruros a partir de la excreción urinaria.

Una proporción del fluoruro ingerido es excretado en la orina. Utilizando muestras pequeñas de orina matinal, se puede establecer una proporción de la ingesta diaria de fluoruro de grupos de personas, pero no individualmente. Así lo sugiere una revisión que evaluó los datos disponibles en la literatura con el

objetivo de evaluar la factibilidad de usar DUFE como un biomarcador predictor de TDFI. Los resultados expresa una alta correlación entre DUFE y TDFI en niños y adultos. Esta estimación de ingesta diaria de fluoruros desde una muestra de orina se establece mediante una operación matemática que relaciona DUFE, TDFI, DFR y FFR⁸¹.

3.9 Argumentos en contra de la fluoruración del agua

De acuerdo a la recopilación que realizó Mendoza⁴⁸, publicado en la revista médica de Chile en el año 2007, existen distintos argumentos en contra de aplicar la medida de fluoruración de las aguas como medida preventiva de caries. Tales argumentos fueron agrupados por Mendoza en distintas tendencias descritas a continuación: (páginas 29-32).

Principialismo. Como medida de salud pública, la fluoruración del agua potable pretende actuar sobre la comunidad como un todo, buscando protegerla de la ocurrencia de caries y por lo tanto, buscando el bien común. Uno de los primeros argumentos planteados en contra de la medida se relaciona con el principio de autonomía. Cohen y Locker analizan la fluoruración en términos de beneficencia y autonomía, estableciendo que la búsqueda del bien de los otros (principio de beneficencia) entra en conflicto con el principio de autonomía de los individuos, en la medida en que la fluoruración del agua potable les coarta la libertad de elegir¹⁰⁵.

Fluoración como medida de "medicación masiva". Otros argumentos en contra de la medida se refieren a la naturaleza de la intervención propiamente tal. Autores como Cross y Carton¹⁰⁶, plantean la necesidad de reclasificarla para que sea considerada como una intervención de "investigación médica" y que consecuente con esto, se rija por la ética de la investigación. Para plantear esta propuesta, los autores asumen que los compuestos de fluoruros que se agregan al agua son medicamentos y que por lo que su administración debiese regularse éticamente como cualquier investigación en seres humanos. Esto implicaría considerar a la comunidad como un grupo experimental, y como tal, debiesen autorizar su participación en el "estudio" y

ésta debiese ser voluntaria. Deberían firmar un documento de consentimiento informado y además ser notificados sobre los riesgos y beneficios de la intervención y tener opción de abandonar el estudio cuando lo consideren necesario, sin perjuicio alguno. Además, los autores plantean que la fluoruración del agua potable constituye también un acto de medicación masiva de la comunidad, lo que violaría los derechos humanos fundamentales que establecen la obligación de proteger a los individuos de ser sometidos a intervenciones médicas sin su consentimiento¹⁰⁷.

Principio de precaución. Esta postura incluye cuestionamientos sobre la composición y el origen de los compuestos fluorurados utilizados, planteando que al no estar aprobados por las instituciones que velan por la seguridad de los alimentos y drogas de consumo humano, su inocuidad para la salud no estaría asegurada¹⁰⁸. Además, existe preocupación por las dosis utilizadas y la poca estabilidad de las concentraciones en el agua a lo largo del tiempo, ya que hay evidencia de efectos tóxicos de altas dosis de fluoruros en el tejido cerebral y reproductor de ratas¹⁰⁹. Sin embargo, con el uso de dosis cercanas a 1 ppm no hay evidencia de efectos tóxicos en humanos, siendo el único efecto adverso comprobado la presencia de fluorosis dental¹³, la que para quienes rechazan la fluoruración del agua no sólo corresponde a un biomarcador de la ingesta de fluoruros¹¹⁰, sino que es la primera manifestación visible de intoxicación por fluoruros¹¹¹.

Los potenciales efectos tóxicos de los fluoruros para la salud justificarían la suspensión de la medida bajo el "principio de precaución", el que plantea la necesidad de adoptar una actitud de cautela frente a la incertidumbre en torno a los posibles riesgos de una intervención¹¹². Si bien no existen regulaciones sobre la naturaleza de los compuestos fluorurados a utilizar, sí existe control sobre las dosis máximas de fluoruros permitidas. En Chile, la concentración máxima permitida es de 1,5 mg/L, existiendo también normas sobre las variaciones diarias, mensuales y anuales máximas permitidas¹⁶.

En relación a los eventuales efectos adversos de la fluoruración del agua, existen estudios donde se han evaluado las posibles asociaciones de los fluoruros con problemas de tiroides, de fertilidad y renales entre otros. Estos estudios no han logrado acuerdos ni resultados consistentes^{109,113-116}. Existen estudios con un mayor fundamento, que plantean asociación entre el flúor y fracturas óseas. Alrededor de la mitad del flúor que se ingiere es captado por el hueso, donde reemplaza a los iones hidroxilo en el entramado de hidroxiapatita, con posibles implicaciones para sus propiedades mecánicas. Además, concentraciones plasmáticas aumentadas de flúor incrementarían la diferenciación de los osteoblastos y su actividad. La mayor parte de los datos directos de la relación entre fracturas y flúor provienen de estudios ecológicos de fracturas de cadera, donde los resultados no han sido consistentes¹¹⁵.

El estudio de Bassin¹¹⁶, sobre la incidencia de osteosarcomas en 11 hospitales de Estados Unidos entre jóvenes menores de 20 años que habitan lugares con y sin fluor en el agua concluyó que los varones menores de 20 años provenientes de zonas con agua fluorurada presentaban una frecuencia de osteosarcoma cinco veces mayor que los que procedían de zonas con agua sin fluorurar. La autora plantea, que se necesitan investigaciones más amplias para confirmar o refutar las observaciones obtenidas.

La revisión de McDonagh¹³ de evaluación de estudios existentes sobre efectividad y seguridad de la fluoruración del agua, plantea como resultado que con una dosis de 1 ppm se reduce la incidencia de caries en niños, el único efecto adverso que ahí se manifiesta, es la fluorosis dental y su impacto en la salud se reduce a consideraciones estéticas.

3.10 Argumentos a favor de la medida de fluoruración del agua

Los argumentos éticos a favor parten de la base que la fluoruración corresponde a una medida de "fortificación de alimentos", entendiendo que se trata del ajuste controlado de la concentración de fluoruros hasta alcanzar niveles óptimos

para disminuir la incidencia de caries. Dado que los fluoruros se encuentran naturalmente en el agua, el ajuste de su concentración para mantener la salud dental no difiere de medidas ampliamente aceptadas¹¹⁷. Es el caso de la fortificación de la harina con ácido fólico para prevenir los defectos congénitos del tubo neural, medida en vigencia en Chile desde el año 2000¹¹⁸. Luego, la fluoruración no implica adicionar compuestos extraños al agua, sino que sólo ajustar la concentración de compuestos naturalmente presentes (fluoruros) para lograr el máximo beneficio (prevención de caries) con el menor riesgo posible (fluorosis dental).

3.11 Fluoruración del agua potable en la V Región de Valparaíso.

La Autoridad Sanitaria del país determinó que sería la quinta región donde se iniciaría el programa nacional de fluoruración del agua potable, aprobado por decreto supremo N° 915, el 8 de julio de 1981. En este decreto se estableció la responsabilidad del Ministerio de Salud y de Obras Públicas, en la supervisión de los aspectos técnicos, administrativos y financieros del Programa. Se consideró en la elección que:

1. La población total de la región de Valparaíso en 1982 era de 1.373.967 habitantes, donde 1.150.000 (90,34%) habitaban en 36 centros poblacionales urbanos, todos ellos con abastecimiento de agua potable con red domiciliaria, lo que garantizaba la ingesta de fluoruros en forma permanente.
2. El diagnóstico sobre el contenido de fluoruros naturales en el agua potable de los diferentes abastos, demostró encontrarse muy por debajo del nivel óptimo.
3. Gran parte de los abastos de agua potable y de su red de distribución se encontraban en buenas condiciones técnicas, lo cual garantizaba la permanencia del programa.
4. La fácil accesibilidad a las plantas técnicas durante todo el año permitía monitoreo y supervisión.

5. La buena predisposición y apoyo de las autoridades regionales, tanto del sector salud como de obras sanitarias, que mostraron su interés en implementar y mantener el programa con responsabilidades compartidas⁶².

Actualmente, el programa se encuentra en plena vigencia bajo la supervisión del Ministerio de Obras Públicas, a través de la empresa privada de agua potable Valparaíso (ESVAL) y bajo la supervisión del Ministerio de Salud por intermedio de su Secretaria Regional Ministerial (Seremi de Valparaíso). Trabajos científicos independientes en 1986, bajo la tuición de la Escuela de Química y Farmacia de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, determinaron que entre el 69,8% y el 81,55% de las mediciones de fluoruros en el agua, se mantenían dentro de los rangos de recomendación¹¹⁹. Actualmente, la concentración de fluoruros en el agua de la Región de Valparaíso (V Región), ha sido ajustada a 0,7 ppm (0,7 mg/L), donde la Seremi de salud de dicha región controla periódicamente dichas concentraciones, por intermedio de su laboratorio ambiental, los cuales resultan congruentes con los realizados por ESVAL⁶⁵. El nivel de cobertura de agua potable en la región de Valparaíso es de 99,3%¹²⁰.

3.12 Fluoruración del agua potable en la VIII Región de Biobío

Desde que la medida de salud pública de fluoruración del agua potable se instauró en Chile, específicamente en la quinta región, en la octava región fue motivo de debate. La documentación oficial disponible, plantea que durante el año 2005, la Seremi de Salud de Concepción de la época, Cecilia Villavicencio, manifestaba que no había evidencia científica que demostraran que la fluoruración del agua afectara negativamente a la salud, y que por eso se insistiría con la fluoruración de las aguas de esa Región. Se expresaba que el fluoruro actuaba de manera beneficiosa en la cavidad sin necesidad de ser ingerido, y que elementos como la pasta dental, colutorios y geles eran eficaces para la prevención de caries. Sin embargo debido a que el acceso regular y permanente a estos productos no estaba asegurado para toda la población, la medida de fluoruración del agua tenía sustento. Posterior a esto,

en 2007, la Corporación Privada de Desarrollo de Bío Bío, CORBIOBIO, expresó su rechazo a la fluoruración del agua potable argumentando que no debía usarse como vehículo para administrar medicamentos.

Las razones científicas expresadas por la corporación fueron:

1. El flúor en el mundo es considerado un elemento tóxico y contaminante.
2. El Ministerio de Salud chileno tiene al flúor en el listado de “sustancias tóxicas agudas”.
3. Se corre el riesgo de agravar patologías de diabéticos, hipertensos, cardiópatas, nefrópatas, alérgicos, con insuficiencias hepáticas y de tiroides, que son cerca del 40% de la población.
4. Provoca fluorosis dental.
5. Aumenta el riesgo de enfermedades.

Así mismo, las razones económicas expresadas fueron:

1. Método caro: Fluorurar el agua potable en la Región del Bío Bío costaría unos 700.000 dólares anuales. Los niños supuestamente beneficiados aprovecharían 1.000 dólares al año, con un costo anual de \$ 1.150.- por niño.
2. Elevaría las tarifas del agua potable, que pagamos todos.
3. Afectaría la exportación de productos a países donde se ha prohibido la fluoruración del agua potable, por considerarse altamente tóxica.

Es por esto que presentaron una propuesta basada en:

1. Corbiobío, junto con gremios de la salud, instituciones, científicos y profesionales, promueve agregar flúor en forma focalizada a la leche, y/o a la alimentación complementaria que hoy el Estado entrega a los niños más pobres. Esto cuesta \$ 130.- por niño año.

2. Los beneficios de la leche como vehículo para la fluoruración en reemplazo del agua son innumerables: no hay riesgos de exponer a la población a períodos prolongados de flúor, no se aplicaría en pacientes con enfermedades como: diabetes, hipertensión, cardiopatías, alergias, insuficiencias hepáticas y de tiroides.
3. Hay casos demostrados como en Curicó y Valparaíso del efecto dañino del flúor en el agua potable.
4. Evita riesgos de grave contaminación ambiental.

Actualmente por estas razones, es que las autoridades han permitido que la Región del Bío Bío, se encuentre actualmente sin ninguna medida de fluoruración de sus aguas¹²¹.

3.13 Inequidades en salud

Actualmente existe una gran disparidad en la situación de salud de diferentes grupos sociales y de diferentes países. Se sabe que los grupos con peores condiciones socioeconómicas no solo sufren una mayor carga de enfermedad, sino que, además, presentan enfermedades crónicas e incapacidades a edades más tempranas, tienen menos acceso a los servicios de salud y estos son de peor calidad¹²².

Para la OMS, la equidad es el segundo de una lista de 38 objetivos en su nueva política de Salud para todos. La meta para el año 2020 es reducir en por lo menos 25% las diferencias entre los grupos socioeconómicos de cada uno de los países miembros mediante el incremento de los niveles de salud de los más pobres¹²³.

La definición de “inequidades en salud” hace referencia a las diferencias en salud que son innecesarias, evitables e injustas¹²⁴, depende de un juicio ético y moral acerca de la justicia, por lo que no puede ser medido como tal¹²⁵, a menos

que se establezca la evaluación de uno de los componentes, como por ejemplo, la medición del eje socioeconómico. Las inequidades son injustas porque se deben a una división del trabajo en la sociedad que coloca a determinados grupos de personas en desventaja, particularmente en relación a sus posibilidades de conservar la salud.

Las desigualdades por su parte, son diferencias entre individuos o sociedades que pueden ser medibles y observables¹²⁶. Hacer la diferencia en éstos conceptos es relevante pues tienden a confundirse. Debe entenderse que el concepto de inequidad por sobre el de desigualdad, ante todo entendiendo la inequidad como un problema de ética para ser discutido desde la teoría de la justicia. Ahora bien, resulta importante destacar que la equidad en salud no sólo se refiere a éste aspecto y mucho menos debe ser reducida a la distribución de la asistencia sanitaria, sino hay que entenderla desde un ámbito multidimensional, cuya concepción ayuda a comprender la justicia social¹²⁷.

La inequidad y los conceptos de justicia provienen de discusiones acerca de desigualdades en salud y la pregunta sobre si son o no evitables¹²⁴. Sólo los determinantes de desigualdad con potencial de ser evitados pueden contribuir a la equidad. La posibilidad de ser evitado involucra la capacidad de intervenir y a menudo puede resultar difícil de identificar cuáles son los determinantes de desigualdad que pueden sortearse¹²⁵.

Las inequidades en salud fueron especiales objeto de atención en los años sesenta, hasta mediados de los ochenta. Sin embargo, éste interés fue desplazado por la preocupación sobre la eficiencia y la sostenibilidad de los sistemas sanitarios, y las políticas de salud impulsaron procesos de reforma con estas orientaciones¹²⁵. América Latina y el Caribe conforman las regiones del mundo que presentan la mayor inequidad social y graves desigualdades en las condiciones de salud y de acceso a los servicios de salud, a pesar del desarrollo de programas que buscan precisamente el efecto contrario^{126,127}.

Wilkinson en 1996¹²⁸, señaló que aquellas sociedades más igualitarias tienen mejor salud pues ellos son sociedades más cohesivas entre sus propias comunidades, que tienden a fomentar la confianza social, la cooperación, la solidaridad, la reciprocidad y las expectativas en conjunto. Esto involucra el hecho de que la fuerte participación social permite actuar en conjunto, con mayor efectividad para proponer objetivos compartidos y beneficios mutuos¹²⁹⁻¹³¹. Un estudio realizado por investigadores de la escuela de salud pública de Harvard en 1997 buscó establecer la relación entre mediciones de inequidad de ingresos y mortalidad en 39 estados de Estados Unidos. Los resultados indicaron que la inequidad de ingresos estaba fuertemente asociada con desconfianza social y altas tasas de mortalidad. Además se concluyó que un aumento en la brecha entre riqueza y pobreza afecta la organización social de las comunidades, resultando un daño para la sociedad en conjunto¹³².

Las diferencias en salud no pueden ser explicadas exclusivamente por el sistema de salud, la genética o el comportamiento como factor de riesgo. En general, tanto en sociedades como a nivel individual, el bajo nivel de vida material, medido por indicadores como ingreso, clase social y otros, tienen peor salud si se mide mortalidad, morbilidad o calidad de vida¹²⁸. Es por esto que numerosos estudios intentan vincular estos determinantes sociales de salud con el desarrollo de una condición en particular.

Definir el nivel socioeconómico es un desafío al tratarse de un constructo complejo y abstracto que representa cómo el poder y los recursos son distribuidos en una sociedad¹³³. El nivel socio-económico es medido generalmente por indicadores de capital humano, como ingreso, educación y prestigio ocupacional que ofrece ventajas tanto a las familias como a los individuos. Otra aproximación para asignar una posición social se basa en mediciones ecológicas derivadas del lugar de residencia¹³⁴. Para éste estudio se utilizaron tres variables, índice de bienestar, nivel educacional de la madre y el ingreso per cápita, cada uno analizado de manera individual y en base a esos antecedentes se determinó la

posición social ocupada.

3.14 Medición de Inequidades y Desigualdades en Salud

Medir las desigualdades en las condiciones de vida y salud constituye el primer paso hacia la identificación de inequidades en el campo de la salud. Existen varias revisiones sobre la metodología de la medición de desigualdades en la situación de salud. De acuerdo a lo planteado por Mackenbach y Kunst¹³⁵ y por Wagstaff y cols¹³⁶, cada indicador tiene sus ventajas y desventajas y sirve para diferentes propósitos. La elección del indicador debe ser coherente con el marco teórico y los objetivos de la investigación. Un indicador para medir las desigualdades debe presentar las siguientes características: 1) reflejar la dimensión socioeconómica de las desigualdades en el campo de la salud; 2) incorporar la información correspondiente a todos los grupos de la población definidos por el indicador, y 3) ser sensible a los cambios en la distribución y al tamaño de la población a través de la escala socioeconómica¹³⁷.

La medición de las desigualdades e inequidades en salud, es uno de los desafíos técnicos más complejos según la OMS. Partiendo por decidir qué aspectos de la desigualdad en salud son considerados relevantes de pesquisar, qué es lo que se quiere medir, cómo expresar estas diferencias y cuáles son los grupos de referencia^{138,124}. Ninguna de estas decisiones es simple, ni realizada al azar y depende de juicios valóricos que determinan finalmente el tipo de resultados que será obtenido¹³⁹. Para Borrell y cols¹⁴⁰, son seis las características que hay que considerar durante el estudio de la medición de las desigualdades. Lo primero que hay que decidir es si incorporar o no el nivel socioeconómico. Si se quiere estudiar la relación entre variables de salud y variables socioeconómicas, se debe incluir el nivel socioeconómico. Por el contrario si sólo se quiere conocer si hay una distribución heterogénea de la salud, no es necesario estudiar su asociación con variables sociales. En segundo lugar, si se trabajará con datos agregados (de tipo ecológico), que ventajosamente consideran el efecto del área de residencia o individuales. En tercer lugar decidir si se consideran medidas de

efecto del grupo socioeconómico o de impacto total; estas últimas tiene en cuenta además del efecto del nivel socioeconómico, sino también el tamaño de los grupos afectados por las desigualdades. En cuarto lugar considerar la escala de medida de las variables del nivel socioeconómico, por ejemplo el riesgo atribuible poblacional son posibles de usar si la escala es nominal. En quinto lugar está incorporar parte o todos los grupos en el análisis; por ejemplo la regresión utiliza todos los grupos, en cambio la diferencia entre grupos socioeconómicos extremos, generalmente usan la información a partir de sólo 2 grupos. En sexto lugar está definir si se usarán medidas absolutas o relativas, con las primeras respondemos preguntas como: ¿cuál es el riesgo adicional de un grupo en relación a otro?, con las medidas relativas respondemos a ¿cuántas veces más riesgo tiene un grupo en relación a otro?

La tabla que sigue, de elaboración de la Dra. Iris Espinoza¹⁴¹, resume los principales indicadores para medir desigualdades de salud, además de una breve explicación de cada uno de ellos. La construcción de la tabla fue basada en los artículos de Borrell¹⁴⁰ y cols y Harper y Lynch, 2010¹⁴².

Tabla N°5: Indicadores utilizados para la medición de desigualdades en salud

Indicador	Descripción
Medidas de desigualdad entre grupos sociales	
Razón de tasa o de prevalencia entre el grupo socioeconómico más alto y más bajo (<i>Rate ratio of the highest versus lowest socioeconomic status</i>)	Se comparan dos grupos en situaciones extremas, por ejemplo, el país con los ingresos más altos (A) y el país con los ingresos más bajos (B) con respecto a un indicador de salud o morbilidad, o grupos con mayor o menor educación dentro de un mismo país. Cuando mayor es el valor dado por la razón de las tasas (tasa A:tasa B) mayor es la desigualdad.
Diferencia entre las tasas o prevalencia del grupo socioeconómico más alto y más bajo (<i>Rate difference of the highest versus lowest socioeconomic status</i>)	Similar al indicador anterior, pero se basa en la diferencia entre las tasas o diferencia de prevalencia entre las tasas (tasa A- tasa B) de los grupos comparados, en lugar de la razón.
Índice de efecto relativo basado	Se calcula mediante una regresión en la cual la variable dependiente (y) es la tasa de morbilidad o mortalidad y la

en la regresión (Regression based relative effect index)	variable independiente (x) es el estrato socioeconómico.
Medidas de impacto global	
Índice de desigualdad de la pendiente (Slope index of inequality)	Bajo este modelo, la pendiente (b) de la recta de regresión expresa la magnitud del cambio de la variable de salud por cada unidad de cambio de posición en la jerarquía socioeconómica de la población.
Índice relativo de desigualdad (Relative index of inequality)	Es una medida más sofisticada que tiene en cuenta el tamaño de la población y la posición socioeconómica relativa acumulada de los grupos. Se obtienen mediante una regresión de la tasa de morbilidad o mortalidad, prevalencia u otra medida de resumen de salud de los grupos socioeconómicos sobre una medida específica de sus posiciones relativas: la proporción de la gente que tiene una posición superior en la jerarquía social. Un índice alto implica diferencias grandes en el estado de salud entre las posiciones altas y bajas de la jerarquía.
Riesgo atribuible poblacional absoluto (RAP) (Population – attributable risk-absolute)	Este indicador expresa el exceso de riesgo para la población considerando la exposición al factor. Responde a la pregunta ¿Cuál es el nivel de riesgo para toda la población derivado de la exposición al factor?, en medición de desigualdades la pertenencia a un nivel socioeconómico determinado. Se calcula restando la tasa en los no expuestos (la tasa de los mejor ubicados en la jerarquía) a la tasa en población general.
Riesgo atribuible poblacional porcentual (RAP%) (Population – attributable risk- percent), también conocido como Fracción Etiológica.	El RAP% varía entre 0 a 1 y es interpretado como el porcentaje de la población total que mejoraría si todos los grupos sociales tuvieran la situación del grupo mejor ubicado en la jerarquía. En otras palabras, el porcentaje de reducción teóricamente evitable. Se calcula como el cociente entre la diferencia entre la tasa general y la tasa del grupo no expuesto (grupo socioeconómico más alto), dividida por la tasa general, y multiplicada por 100%.
Coefficiente de Gini (Gini coefficient)	El coeficiente de Gini es una medida de resumen del grado de desigualdad que representa cuanto se desvía la curva de Lorenz de la línea diagonal de igualdad. Los individuos o grupos que conforman la población se ordenan de peor a mejor en términos de su situación de salud, El coeficiente de Gini es un número entre 0 y 1, donde 0 es la igualdad perfecta y 1 la desigualdad total.
Índice y curva de concentración (Concentration index and concentration curve)	Utiliza el mismo procedimiento del coeficiente de Gini y la curva de Lorenz, pero las personas o grupos se ordenan según una variable socioeconómica y no por una variable de salud. El índice de concentración va de - 1 a +1, el valor

negativo se obtienen cuando la curva se sitúa por encima de la diagonal y es positivo cuando se sitúa por debajo.

Fuente: Tabla confeccionada por Dra. Iris Espinoza (2015)¹⁴¹ que resume los artículos de Borell y cols. (2000) y Harper y Lynch (2010).

Al momento de analizar el uso de cada uno de los indicadores es importante considerar sus ventajas y desventajas¹⁴². Las dos primeras medidas de desigualdad entre grupos sociales mostradas en la Tabla N° 5, razón de tasas y diferencia de tasas, son de las medidas de efecto más usadas y tienen la ventaja que son fáciles de calcular e interpretar. Las desventajas son que solo tienen en cuenta los grupos extremos y que dejan de lado las desigualdades dentro de los grupos o entre grupos intermedios.

Las medidas de impacto global, se caracterizan por considerar el estado real de la situación socioeconómica y miden los cambios esperables en la condición de salud como resultado de posibles intervenciones; utilizan categorías definidas por un indicador socioeconómico cuantificable en términos poblacionales (por ejemplo el quintil de ingresos superior frente al quintil inferior), de modo que si la distribución del indicador varía, también varía la medición de la desigualdad.

Dentro de las medidas de impacto global, está el índice de desigualdad de la pendiente (SII), fue introducido por Preston en 1981¹⁴³. Con este índice, la clasificación jerárquica en cualquier población estudiada tendrá la misma amplitud: el nivel más alto tiene un valor de 0, y el nivel más bajo tiene un valor de 1. El SII, puede interpretarse como el cambio absoluto en el nivel de salud o en la frecuencia de un problema de salud cuando uno va desde el nivel más alto en la jerarquía social (rango = 0) hasta el nivel más bajo (rango = 1). El SII refleja la experiencia de todos los individuos de la población y es sensible a los cambios en la distribución de la población entre las diferentes categorías socioeconómicas. Su desventaja es que sólo puede aplicarse a variables socioeconómicas que pueden ser ordenados jerárquicamente. Además, la estimación de regresión no tiene que mostrar desviaciones significativas de la linealidad; de otro modo, la magnitud del

índice sería sesgada¹⁴⁴.

El índice relativo de desigualdad, se obtiene dividiendo el índice de desigualdad de la pendiente por el nivel medio de salud de la población o por la frecuencia de los problemas de salud en la población. Su interpretación es similar al SII, pero mide la proporción de salud entre el grupo socioeconómico más alto y el más bajo.

El Riesgo atribuible porcentual (RAP), uno de los más conocidos, también llamado fracción etiológica, permite estimar el cambio que se produciría en el indicador de salud en el caso hipotético de que toda la población tuviera el mismo nivel de salud que la población de referencia, que en el estudio de desigualdades sociales en salud generalmente se usa como referencia, la clase más privilegiada. La principal ventaja es que refleja no sólo el valor del indicador de salud en el conjunto de la población con relación al grupo más privilegiado, sino que también considera el tamaño de estos grupos¹³⁹. El principal defecto es que ignora la distribución total de la enfermedad y que necesita un grupo de referencia.

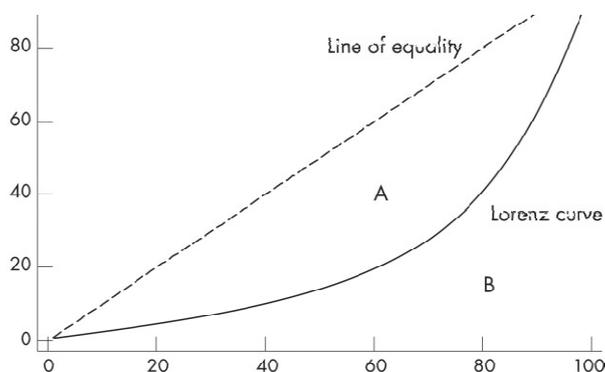
El RAP porcentual varía entre 0 y 100 y se interpreta como el porcentaje de mejoría en la población que se alcanzaría si todos los grupos tuviesen las tasas de salud del mejor grupo socioeconómico. Representa la proporción de la incidencia de enfermedad que se evitaría en la población general si se eliminara la exposición al factor de riesgo.

El coeficiente de Gini¹⁴⁵ es una medida usada ampliamente para representar la magnitud de la desigualdad, que se deriva de la curva de Lorenz. Generalmente se ha usado sobre todo para medir desigualdades de distribución en los ingresos o sueldos, pero también se usa para medir desigualdades en salud. El coeficiente de Gini es un número entre 0 y 1, en donde 0 se corresponde con la perfecta igualdad (todos tienen los mismos ingresos) y donde el valor 1 se corresponde con la perfecta desigualdad (una persona tiene todos los ingresos y los demás ninguno). El índice de Gini es el coeficiente de Gini expresado en porcentaje y es igual al

coeficiente de Gini multiplicado por 100.

La curva de Lorenz, muestra el porcentaje acumulado del ingreso total que pertenece al p% (porcentaje de población) más pobre de la población. El coeficiente de Gini, se calcula como el cociente entre el área comprendida entre la diagonal y la curva de Lorenz (área A en el gráfico) sobre el área bajo la diagonal (área A+B). Si la variable se distribuye homogéneamente, la curva de Lorenz coincidiría con la diagonal, el área A desaparecería y el coeficiente de Gini será "0", indicando ausencia de desigualdad. En el otro caso extremo, si existiera desigualdad máxima (es decir, una situación donde todo en el caso del análisis de ingresos, todo el ingreso sea propiedad de una sola persona) la curva de Lorenz formaría un ángulo recto, el área B desaparecería y el Gini se haría 1, indicando desigualdad total.

Figura N°3: representación de índice de Gini y curva de Lorenz



La necesidad de establecer las brechas de desigualdad no tiene su interés centrado en conocer la magnitud de las desigualdades sino que interesa el conocer la dirección de estas desigualdades, de acuerdo a criterios que establezcan los caminos para la intervención. Por ejemplo, en otras áreas, al cuantificar la magnitud de la desigualdad del ingreso en un país, los economistas no se interesan solamente en medidas de magnitud de desigualdad como decir

que el índice de Gini de Brasil es de 0.6, mientras que en Uruguay es de 0.4; les interesa asociar las desigualdades identificadas con las oportunidades en educación, o tal vez con los problemas estructurales de la economía que deben ser corregidos para controlar las brechas de desigualdad. Otro ejemplo en el mundo de la salud, de poco sirve saber que el índice de concentración para mortalidad en menores de cinco años en Brasil es -0.32 cuando en Nicaragua es de -0.17 . Pero sin duda alguna es de mucha utilidad determinar que la prevalencia de diarrea en menores de 5 años es 5 veces mayor en barrios donde el porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas es superior al 80%, comparados con barrios con el 20% o menos de la población en esas condiciones. De este modo se pueden georeferenciar la población más afectada, relacionar esta condición evitable, no necesaria e injusta con sus determinantes y mecanismos de reproducción para así poder actuar diseñando, planificando y ejecutando acciones que modifiquen la situación y contribuyan a cerrar las brechas de inequidad.

La medición de las desigualdades en salud es un proceso complejo que puede ser abordado de distintas formas y con distintos propósitos¹⁴⁶. La utilización de indicadores como el índice de Gini o el índice de concentración permiten conocer la magnitud de las desigualdades pero es necesario en salud reconocer las características naturales asociadas con la desigualdad, por lo que debe estar presente la dirección de las desigualdades por ejemplo sobre el eje del nivel socioeconómico o de las diferencias de género o de etnia por ejemplo. Bonnefoy y cols¹³⁸, sugieren el uso de más de un índice para representar la naturaleza multidimensional de las inequidades en salud, y que idealmente, éstos índices sean complementarios.

4. HIPÓTESIS DE TRABAJO

No existen diferencias en la inequidad de la distribución de lesiones de caries dental en poblaciones de 12 años de edad entre una comunidad con agua fluorurada y una comunidad sin flúor en el agua.

5. OBJETIVOS

Objetivo General

Establecer diferencias en la inequidad de la distribución de lesiones de caries dental en poblaciones de 12 años de edad entre una comunidad con agua fluorurada y otra comunidad sin fluor en el agua.

Objetivos Específicos

1. Determinar el nivel socio-económico de los individuos de la muestra, la concentración de fluoruro del agua potable de los colegios a los que asisten y la dosis diaria ingerida de fluoruros en la comuna de Valparaíso (con agua potable fluorurada) y de la comuna de Concepción (sin agua potable fluorurada).

2. Determinar en las dos comunas participantes la prevalencia de caries, la severidad de la enfermedad y del tercio más afectado por caries, el nivel de inequidad en la distribución de la enfermedad y nivel de inequidad en el eje socio-económico en la distribución de la enfermedad en adolescentes de 12 años de edad de ambas comunas seleccionadas para participar en el estudio.

3. Comparar la prevalencia de caries, la severidad de la enfermedad en la población y del tercio más afectado por caries entre las poblaciones de 12 años de las comunas de Valparaíso y Concepción.

4. Comparar el nivel de inequidad en la distribución de la enfermedad y el nivel de inequidad en el eje socio-económico entre las poblaciones de 12 años de las comunas de Valparaíso y Concepción.

5. Comparar la estimación de dosis diaria ingerida de fluoruros en adolescentes de 12 años de edad de las comunas de Valparaíso y Concepción.

6. METODOLOGÍA:

6.1 Población de estudio y marco de muestreo

La población de estudio está constituida por adolescentes de 12 años de edad que habitan en la comuna de Valparaíso en la región de Valparaíso (comunidad con fluoruración artificial en el agua potable) y en la comuna de Concepción, perteneciente a la región de BioBío (comunidad sin fluoruración artificial en el agua potable). Esta edad fue seleccionada en su condición de edad índice de vigilancia de la caries dental por parte de la Organización Mundial de la Salud. Dado que en Chile existe una alta cobertura de la enseñanza escolar básica, se consideró el marco muestral constituido por los alumnos que asisten a los colegios de las comunas de Valparaíso y de Concepción. Los datos de cobertura para educación básica son 99% en la región de Valparaíso y 99,1% en la región del Bio Bio, según los resultados de la encuesta CASEN 2009¹⁴⁷.

De acuerdo al diseño muestral propuesto, para ambas comunas se construyeron dos marcos muestrales, el primero constituido por el listado de colegios pertenecientes a la comuna de Valparaíso/Concepción con información respecto de su dependencia administrativa, disponibles en las bases de datos del Ministerio de Educación del Gobierno de Chile y el segundo marco constituido por el listado de alumnos pertenecientes a los colegios previamente seleccionados.

6.2 Diseño y tamaño de muestra

El presente estudio obtiene su financiamiento a través del fondo para la investigación en Odontología (FIOUCh), de la Facultad de Odontología- Dirección de Investigación , Universidad de Chile. La autora de esta tesis participó en todas las etapas de diseño, planificación y ejecución del estudio.

Se realizó un estudio observacional, de corte transversal, analítico. Para cumplir con los objetivos de este estudio. La muestra de la comunidad expuesta a fluoruros (comuna de Valparaíso) y la comunidad no expuesta a fluoruros (comuna de Concepción) fue probabilística estratificada bi-etápica con afijación

proporcional.

En ambas comunas, en una primera etapa se seleccionaron aleatoriamente los colegios considerando el tamaño en su selección, en función al número de adolescentes matriculados y se afijaron de acuerdo a la representación de colegios de distintos niveles socioeconómicos. En una segunda etapa se seleccionaron los adolescentes con afijación proporcional por género. Para la aleatorización se utilizaron números aleatorios generados computacionalmente y las características de la población fueron obtenidas desde las proyecciones poblacionales del Instituto Nacional de Estadística (INE) y los resultados de la última encuesta de caracterización socio económica (CASEN).

La muestra fue representativa de los adolescentes de 12 años de la comuna de Valparaíso y de la comuna de Concepción, construida por colegios que quisieron participar voluntariamente en el estudio y cuyos alumnos de séptimo y octavo básico voluntarios cumplían con los criterios de inclusión.

El tamaño de muestra necesario para establecer las diferencias entre medias fue calculado considerando los siguientes parámetros: un nivel de confianza de dos colas de 0,05, poder estadístico de 0.8, sensibilidad para pesquisar 0,6 puntos del índice significativo de caries considerando la media de la Región Metropolitana de 4,31 con una desviación estándar de 1,6¹⁴⁸. Se consideró un sobre muestreo de un 10% de manera de considerar la pérdida por no respuesta. De esta manera, se obtuvo una muestra de 125 individuos en la comuna de Valparaíso y 125 individuos en la comuna de Concepción, a modo de obtener resultados representativos.

6.3 Características de las comunas

Las comunas de donde se obtuvo la muestra de los niños de 12 años de edad, fueron Valparaíso y Concepción. La primera presenta agua fluorurada desde el año 1980 y la segunda no contiene flúor en el agua potable.

La ciudad de Concepción es la capital regional de la VIII región del BioBío. De acuerdo a las estimaciones del INE, tiene una población de 230.255 habitantes

con un 51,7% correspondiente a mujeres. Según la encuesta CASEN del 2009, tiene un 14,1% de su población viviendo en condiciones de pobreza¹⁴⁷.

La ciudad de Valparaíso es la capital regional de la V región. Su población de acuerdo a las estimaciones del INE son 267.853 habitantes con un 50,2% de población femenina. De acuerdo a la encuesta Casen del 2009, un 21% de la población vive en condiciones de pobreza¹⁴⁷.

6.4 Características de los establecimientos educacionales

Los colegios que participaron en la comuna de Valparaíso fueron dos establecimientos municipales, tres establecimientos particulares subvencionados y un establecimiento particular privado.

En la comuna de Concepción participaron dos establecimientos municipales, dos establecimientos particulares subvencionados y tres establecimientos particulares privados.

6.5 Coordinación del trabajo de campo

El coordinador del trabajo de campo se dedicó a generar un contacto previo con los encargados comunales y directores de los colegios seleccionados para invitarlos a participar en el estudio, voluntariamente y de esta manera obtener un registro de validación de los alumnos matriculados. Todos los directores invitados a participar recibieron información sobre el estudio, aclarando todas sus dudas al respecto. Luego se enviaron los consentimientos informados correspondientes y se coordinaron las fechas de los exámenes.

6.6 Consideraciones éticas

A los padres o tutores de los adolescentes de los colegios seleccionados se les entregó un consentimiento informado (anexo 3) dando cuenta de los objetivos del estudio, los alcances de éste y de la voluntariedad de su participación. Este

consentimiento debió ser firmado por los padres o tutores de los adolescentes, al tratarse de menores de edad. Además los adolescentes también debían firmar un asentimiento informado (anexo 4), cuya información recolectada fue desvinculada de variables que pudieron identificar a los individuos, cautelando el resguardo de sus datos personales. El protocolo del estudio fue evaluado por el comité de ética de la facultad de odontología de la Universidad de Chile (anexo 1 y 2).

Posteriormente se entregó un informe respecto de la situación de salud bucal a todos aquellos que solicitaron conocer el resultado del examen, entregando además recomendaciones para la resolución de los problemas de salud bucal. La información recolectada se desvinculó de variables que puedan identificar a los individuos de manera de cautelar la confiabilidad de los datos.

6.7 Criterios de inclusión y exclusión

6.7.1 Criterios de inclusión:

-Se incluyeron adolescentes de 12 y 13 años pertenecientes a los colegios municipales, particulares subvencionados y privados de la comuna de Valparaíso que aceptaron participar del proyecto de investigación previa visita a los establecimientos y firma del consentimiento informado por parte de su tutor o representante legal.

6.7.2 Criterios de exclusión:

-Adolescentes de 12 años que no deseen participar en el estudio.
-Adolescentes de 12 años con patologías de base como insuficiencia renal y/o diabetes.

6.8 Recolección de la información

La información fue recolectada de alumnos de 7° y 8° básico de los distintos establecimientos educacionales, a los cuales se les hizo entrega de un kit que contenía una encuesta de nivel socioeconómico (anexo 5). Los kits fueron retirados

en los establecimientos educacionales antes del ingreso a clases de los alumnos, para posterior examen dentario.

6.9 Examen dentario

Se realizó un examen dentario en los establecimientos educacionales por dos equipos de odontólogos capacitados y calibrados. Para esta acción se utilizó instrumental de examen estéril. Cada equipo examinador contó con un espejo bucal plano N° 5, una sonda CPITN-E (recomendada por la OPS-OMS para la realización de estudios epidemiológicos), un par de guantes de examen desechables por cada adolescente examinado. Además se utilizó una linterna frontal de luz LED.

Los criterios de diagnóstico para determinar la presencia de caries dental que se utilizaron fueron los recomendados por la OMS para conducir estudios epidemiológicos de salud bucal. Utilizando criterios ICDAS para la inspección visual de las superficies dentarias, los equipos examinadores fueron calibrados para alcanzar niveles intraexaminador e interexaminador de al menos 0,7 del coeficiente Kappa para la prevalencia y severidad de caries dental (anexo 6). La información recolectada fue incluida en la ficha clínica recomendada por la OMS pre-codificada y adaptada a los objetivos del estudio, con criterios ICDAS (anexo 7).

6.10 Determinación de cantidad de flúor en el agua potable

Para valorar la exposición a agua potable con dosis adecuadas de fluoruros, se tomaron muestras de agua potable de los colegios seleccionados y se les midió su concentración del ion flúor por medio de electrodo específico de combinación (Electrodo: HANNA HI4140, Ionómetro: HANNA HI4522, USA) usando técnicas de calibración directa y de adición conocida de acuerdo a la recomendación de la norma ministerial. Este procedimiento se realizó en el laboratorio de nano-

biomateriales de la facultad de odontología de la Universidad de Chile.

6.10.1 Protocolo de toma de muestra de agua potable

Se extrajeron las muestras de agua potable de los diferentes establecimientos participantes, desde llaves en buen estado, conectadas directamente a la red de distribución y de uso frecuente. Se dejó correr el agua durante 1 minuto como mínimo antes de recoger la muestra, y cuidando de no contaminar la entrada del envase de muestra de 50 ml; se llenó hasta aproximadamente los $\frac{3}{4}$ de su capacidad y se cerró inmediatamente. Una vez tomada la muestra, se identificó con claridad, y se conservó en un cooler para el traslado al laboratorio.

6.10.2 Protocolo de transporte y conservación de muestras de agua potable.

Las muestras se tomaron durante la misma jornada del examen dentario, en los distintos establecimientos, y fueron transportadas en un cooler manteniendo una temperatura promedio de 4° C. Luego fueron almacenadas en el Laboratorio de Química de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile a 4°C, para su posterior análisis.

6.10.3 Análisis químico de las muestras de agua potable:

- **Protocolo para determinación de fluoruro por Método Electrodo Específico.**

Este método de ensayo establece la metodología para el análisis de fluoruro mediante electrodo ión selectivo, y es aplicable para la determinación del contenido de fluoruro, según lo establecido en la norma NCh 409/1- Of. 2005.⁶⁵

El electrodo de fluoruro es un sensor de iones selectivo para fluoruro. En

presencia de iones fluoruro se produce una diferencia de potencial que se relaciona con la actividad de los iones y de esa manera con su concentración. La actividad de los iones fluoruro depende de la fuerza iónica de la solución, del pH y de las especies complejantes del fluoruro presentes. Agregando un buffer apropiado, se mantiene un pH y fuerza iónica constante y se disocian los complejos, de esta forma el electrodo mide la concentración del ión. El electrodo de fluoruro se emplea en conjunto con un electrodo de calomelano¹⁴⁹.

Se empleó el reactivo TISAB II, que es una solución tampón que ajusta la fuerza iónica del medio y elimina la interferencia de ciertos iones que pudieran existir en la solución en la que se midió la concentración de flúor. Este método fue seleccionado debido a que es el único método aceptado a nivel internacional para la determinación de fluoruro, a la relativa sencillez y a su menor costo operativo¹⁵⁰. Al aplicar el método de ion selectivo, se debe trabajar con una curva de calibración; el pH del “buffer” tiene que encontrarse entre 4.5 y 5, eso asegura la eficiencia de la solución amortiguadora¹⁵¹.

Procedimiento:

- Confeción de curva con estándares conocidos:

En un vaso de polietileno, se adicionó con pipeta volumétrica 5 ml de estándar a temperatura ambiente. Se adicionó igual volumen de TISAB II® (Thermo Scientific, USA), permitiendo un volumen total suficiente para sumergir el electrodo y permitir la operación de agitación con barra magnética. Se realizó en forma secuencial, primero con estándar de 0,1 ppm F, luego 1 ppm F y finalmente 10 ppm F.

- Análisis de las muestras:

Una vez calibrado el instrumento, se determinó la concentración de fluoruro en las muestras de agua potable, en una serie de mediciones. Sumergiendo el electrodo en cada una de las muestras, se mezcló bien sobre un agitador magnético, manteniendo constante la agitación y a temperatura ambiente. Se

esperó que la lectura se estabilizara (aprox. 3 min.) y registró directamente la concentración entregada por el analizador de iones, deteniendo la agitación y esperando 15 segundos. Lavando con agua destilada y secando el electrodo después de cada lectura.

6.11 Recolección de muestras de orina

Las muestras fueron recolectadas de alumnos de 7° y 8° básico de los distintos establecimientos educacionales, a los cuales se les hizo entrega de un kit compuesto de los materiales que necesarios para la toma de muestras en su hogar en forma, conteniendo 1 frasco debidamente rotulado de boca ancha con tapa rosca de 250 ml para la muestra de orina matinal, una mascarilla, un guante de examen de latex, instructivo para padres y adolescente respecto de la toma de muestra (ANEXOS 8 y 9) y una bolsa plástica para el almacenamiento del frasco con la muestra de orina. Los kits fueron entregados el día antes de la fecha acordada de recepción de muestras en los respectivos establecimientos educacionales. Se consideraron los siguientes parámetros:

-Edad:

Las muestras fueron recolectadas de adolescentes de 12 años, que corresponden al grupo en evaluación. Se consideró que los niveles de absorción y excreción de fluoruro varían con la edad, ya que el fluoruro retenido en los tejidos duros es mayor durante la etapa de crecimiento⁸¹.

-Peso:

Al momento de la recolección de muestras se pesó a cada uno de los participantes, debido a que se ha establecido en algunos estudios, que la importancia del peso corporal se debe a su influencia en la excreción urinaria de fluoruro. El mayor peso corporal se asocia con valores más bajos de fluoruro en plasma y viceversa⁷². Además en estudios realizados en Arabia Saudita⁵⁸ y Tanzania¹⁵¹, se encontró una asociación entre la malnutrición y la prevalencia y

severidad de la fluorosis dental. Se utilizó la misma balanza digital para todos los adolescentes (Gama, HCB-1110 KG)

-Flúor/orina matinal:

Se solicitó a los alumnos participantes que el mismo día del retiro de las muestras, depositen la primera orina del día en ayuno en el recipiente establecido para esta, previa entrega del protocolo de toma de muestra.

6.11.1 Protocolo de toma de muestra de orina.

Se adjuntó en cada kit de entrega los instructivos de toma de muestras de orina tanto para padres como para los adolescentes. El protocolo fue extraído de aquellos empleados en el Hospital San Juan de Dios y se modificó de acuerdo al contexto de la investigación.

6.11.2 Protocolo de transporte y conservación de muestras.

Las muestras se retiraron el día siguiente de la entrega del kit. Para el transporte de las muestras se conservaron solo 10 ml de cada muestra de orina matinal y fueron transportadas en un conservador de frío manteniendo una temperatura promedio de 4° C. Luego fueron almacenadas en el Laboratorio de Nanobiomateriales de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile a -20 ° C, en espera de su análisis.

6.11.3. Protocolo para determinación de fluoruro en muestras de orina por Método Electrodo Específico.

La concentración de fluoruros en las muestras de orina fue medida directamente por el método de electrodo ion específico selectivo (Electrodo: HANNA HI4140, Ionómetro: HANNA HI4522, USA).

Las mediciones se realizaron en el Laboratorio de Nanobiomateriales de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, con bajo las mismas condiciones que las mediciones de agua potable enunciadas en el punto anterior.

Reacción Jaffe (Kit Creatinina)

Para la medida de creatinina urinaria matinal se utilizó el método de reacción de Jaffe, el cual es un método colorimétrico que data del año 1886¹⁵². La creatinina reacciona con el ácido pícrico en medio alcalino formando un complejo de color rojizo cuya máxima absorción se encuentra a una longitud de onda entre 510- 520 nm. La velocidad de formación del complejo medido a través del aumento de la absorbancia en un intervalo de tiempo prefijado es proporcional a la concentración de creatinina en la muestra¹⁵³. El problema de esta reacción es que la creatinina no es la única que reacciona, por eso es que tiene baja especificidad. En cuanto a la lectura de la reacción de Jaffe, existen dos formas de efectuar la lectura, método de punto final y cinético. El método utilizado en este estudio fue el Cinético. Se utilizó Kit comercial Cromatest® (Linear Chemicals, España). Para evaluar la absorbancia se utilizó un espectrofotómetro (ATI UNICAM, Modelo UV/Vis®). Las mediciones se realizaron en el Laboratorio de Bioquímica Oral de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Cálculo de la excreción urinaria de fluoruro (mg / día) ¹⁰¹

Basado en la relación F/Cr de la muestra urinaria matinal.

La excreción urinaria de creatinina en 24 hrs (mg/día) fue estimada para cada adolescente, mediante la multiplicación del peso corporal (kg) de cada sujeto por el valor estándar de creatinina de 15 mg/peso corporal x día para mujeres y 20 mg/peso corporal x día para hombres.

La estimación de excreción urinaria de creatinina en 24 hrs fue multiplicada por la relación F/Cr de la muestra de orina matinal para estimar la excreción urinaria de fluoruro de 24 hrs para cada adolescente (mg/día).

Cálculo de estimación de ingesta diaria de fluoruro (mg / día):

Es posible obtener predicciones válidas de la ingesta de fluoruro a partir de mediciones de la excreción urinaria de fluoruro. Existe una fórmula matemática que establece la relación entre la Ingesta de Fluoruro Total Diario (TDFI), la Excreción de Fluoruro Urinario Diario (DUFE), Retención de Fluoruro Fraccional

(FFR) y Retención de Fluoruro Diario (DFR)⁸¹. Este estudio utilizó esta operación matemática para la estimación de ingesta diaria de fluoruro.

6.12 Nivel socioeconómico

Se determinó el nivel socioeconómico de los participantes, usando el proxy de posición socioeconómica del hogar del individuo. Para esto se creó la variable Posición Socio Económica del hogar (PSE), mediante análisis de correspondencia múltiple entre los bienes del hogar (índice de bienestar), los ingresos (ingreso familiar per cápita) y nivel educacional (mayor nivel educacional de la madre), generando tres categorías: PSE bajo, PSE medio, PSE alto; donde el primer grupo representa a los adolescentes que habitan hogares con nivel socioeconómico más bajo. Para obtener esta variable se envió un cuestionario a los tutores o apoderados de los adolescentes en los que se preguntó sobre el nivel de ingreso familiar, el nivel educacional de los padres, el número de personas que componen la familia y que viven bajo el mismo techo y la disponibilidad de bienes en el hogar. Se realizó una prueba piloto del cuestionario para evaluar la pertinencia de la preguntas (anexo 5).

6.13 Variables de estudio

Tabla N°6: Variables de estudio

Variable	Definición	Indicador	Fuente
Nivel socio-económico de los individuos	Se establece como la posición socioeconómica que posee el hogar del adolescente.	Nivel socio económicos alto, medio o bajo	Construcción de la variable a partir del nivel de ingreso familiar per cápita en la familia, bienes que poseen en el hogar y mayor nivel educacional de la madre.
Concentración de fluoruro del agua potable.	Corresponde a la concentración de ion fluoruro en el agua potable	ppm de fluoruro	Análisis químico de muestras de agua recolectada de acuerdo a indicaciones ministeriales.
Prevalencia de caries	Se define como la proporción de individuos con historia de la enfermedad	(Número de individuos tiene historia de la enfermedad)*100/ (número total de	Examen Clínico

	tales como lesiones de caries cavitadas, obturaciones debido a caries dental o dientes perdidos por la misma causa	individuos de la muestra)	
Severidad total de caries	Se define como el número de dientes afectados por la enfermedad de acuerdo a los criterios de la OMS.	Índice COP-D	Examen Clínico
Severidad del tercio más afectado	Se define como el promedio del número de dientes afectados por la enfermedad de acuerdo a los criterios de la OMS.	Índice Significante de Caries (Sic)	Examen Clínico
Nivel de inequidad en la distribución de la enfermedad	Se define como la distribución desigual de la enfermedad a través de la población en estudio.	Índice de GINI	Examen Clínico
Nivel de inequidad en el eje socio-económico	Se define como la distribución desigual de la enfermedad a través de la población en estudio	Índice de pendiente de inequidad (Slope Index of Inequalities(SII))	Examen Clínico

6.14 Calibración de los examinadores

Para el proceso de calibración se contó con la participación del Dr. Rodrigo Cabello, profesos Asistente de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. La calibración se realizó entre los días 6 y 7 de abril, realizándose los siguientes procedimientos:

Ejercicio Teórico

Sesión teórica, en la que los equipos examinadores, constituido cada uno por un examinador y un registrador, estudiaron el protocolo del estudio, uniformaron los criterios diagnósticos ICDAS, de necesidades de tratamiento, modo de llenar la ficha de recogida de datos, sistemática del examen, instrumental dental necesario, y otras materias de interés.

Ejercicio clínico

Se realizó en la Escuela Francia en la comuna de Estación Central e incluyó a 18 adolescentes con un rango de edad de entre 12 y 14 años. Se homogenizaron los criterios y se familiarizaron los códigos recomendados por la OMS, discutiéndose los hallazgos clínicos registrados para homogenizar criterios. En la jornada de la tarde se repitió el procedimiento con 6 de los adolescentes previamente examinados, seleccionados al azar. En la calibración final intra e inter examinador se obtuvo un valor de kappa superior a 0,72 para el valor intra examinador y 0,70 para el interexaminador.

6.15 Análisis de datos

Se tabularon los datos recolectados por un digitador entrenado en una base de datos en Excel (Microsoft Company) diseñada para este estudio. Se analizó la base de datos auditando el 5% de los ingresos para asegurar la calidad de la digitación de los datos. Esta base se exportó a un paquete computacional para el análisis estadístico. Se realizó un análisis descriptivo mediante tablas de frecuencias y gráficos para mostrar las estimaciones de medias de los índices COP-D, significativo de caries y de prevalencia, así como también la distribución de la caries dental en la población y sobre el eje socioeconómico mediante los índices de Gini y de pendiente de inequidad en la población.

Para el análisis de nivel socioeconómico, se crearon tres indicadores: índice de bienestar, nivel per cápita y nivel de educación de la madre. El índice de bienestar se calculó mediante la sumatoria y el análisis factorial de los bienes en el hogar, información recopilada de las encuestas socioeconómicas donde los individuos indicaban con respuesta dicotómica si presentaban tales bienes en funcionamiento en su hogar como vehículo, lavadora, refrigerador, calefont, teléfono fijo, conexión a TV, computadoras e internet¹⁵⁴.

El nivel de ingresos per cápita se calculó dividiendo el tramo de ingreso familiar por el número de personas que habitan en el hogar¹⁴⁹. El nivel de educación de la madre se calculó estratificando el último nivel aprobado en bajo (sin estudios, básica

o primaria incompleta y básica o primaria completa), medio (media o secundaria incompleta y media o secundaria completa) y alto (nivel técnico incompleto, universitario incompleto o técnico completo, universitario completo y postgrado)¹⁵⁵. Los tres indicadores descritos se calcularon dividiendo los grupos en tres categorías. Se compararon medias y proporciones.

7. RESULTADOS:

Fase Descriptiva.

Características de los sujetos.

Edad y género:

En Valparaíso, de un total de 633 consentimientos informados entregados, correspondientes a los adolescentes matriculados en los distintos establecimientos educacionales seleccionados para el estudio, se recolectaron 246 consentimientos firmados de adolescentes quienes fueron incluidos en la muestra, participando en el estudio la totalidad de ellos. Así mismo en Concepción se entregaron 300 consentimientos informados y se recolectaron 124 consentimientos firmados de adolescentes quienes fueron incluidos en la muestra para el estudio en Concepción, participando en el estudio la totalidad de ellos. Se consiguió la muestra deseada considerando la pérdida por no respuesta, a modo de obtener resultados representativos. La proporción por género correspondió a 62,70% hombres y 37,29% mujeres. La media de edad correspondió a 12,89 ($\pm 0,28$) años de edad (ver Tabla N° 5).

Tabla N° 7. Indicadores de edad y género especificados por Comuna y Total.

REGIÓN	EDAD	[INTERVALO DE CONFIANZA 95%]	GÉNERO			
			MASCULINO (%)	[INTERVALO DE CONFIANZA 95%]	FEMENINO (%)	[INTERVALO DE CONFIANZA 95%]
VALPARAÍSO	12.78 (+- 0.07)	12.63-12.92	59.34	53.18 - 65.52	40.65	34.48 - 46.82
CONCEPCIÓN	13.12 (+- 0.83)	11.49-14.75	69.35	61.18 - 77.52	30.65	22.47- 38.81
TOTAL	12.89 (+-0.28)	12.34- 13.44	62.70	57.75 - 67.65	37.30	32.35- 42.25

Tabla N° 5. Indicador de edad promedio (años) para la comuna de Valparaíso (246 niños) y Concepción (124 niños) con intervalo de confianza 95%. Distribución porcentual (%) por género para cada comuna y total con Intervalo de Confianza 95%.

En relación a la proporción de adolescentes según el tipo de establecimientos educacionales en la comuna de Valparaíso, el 30,00% pertenecían a cuatro escuelas municipales, 57,28% a cinco colegios particulares subvencionados y 12,72% pertenecían a cuatro colegios particulares privados (Tabla N° 6).

En la comuna de Concepción el 21,78% pertenecían a dos escuelas

municipales, 48.39% a dos colegios particulares subvencionados y 29,82% pertenecían a tres colegios particulares privados (Tabla N° 8).

Tabla N° 8 Distribución de Establecimientos educacionales por comuna y proporción (%) de adolescentes de 12 años para cada uno de los establecimientos.

ESTABLECIMIENTO	PROPORCIÓN ADOLESCENTES (%)	
VALPARAÍSO	1	17.58
	2	5.13
	3	23.51
	4	6.21
	5	11.35
	6	2.70
CONCEPCIÓN	7	1.89
	8	4.59
	9	1.89
	10	4.32
	11	14.32
	12	3.51
	13	2.97

Intervalo de Confianza 95%. Establecimiento 1, 2, 10 y 13: municipales; establecimiento 3,4, 5, 7 y 11: subvencionados; establecimiento 6, 8, 9 y 12: particular.

En relación a las muestras de orina de ambas comunas, se recolectaron 182 consentimientos firmados de adolescentes, los cuales fueron incluidos en la muestra para: Valparaíso (n=139) y Concepción (n=43).

La proporción por género para la muestra total correspondió a 58,25% hombres y 41,75% mujeres.

Peso Corporal

El promedio de masa corporal de los sujetos del estudio fue de 55,41 Kg. ($\pm 0,94$) y 52,59 ($\pm 2,99$) kilogramos para la comuna de Valparaíso y para la comuna de Concepción respectivamente.

Fase Analítica

- Nivel socio-económico de los individuos de la muestra

Se obtuvo posición socioeconómica baja, media y alta, a partir de las proporciones de los indicadores de índice de bienestar, nivel de ingresos per cápita y nivel de educación de la madre.

Índice de bienestar, ingresos per cápita y nivel educacional de la madre

Tabla N°9: Estimación de proporción de índice de bienestar, Ingresos per cápita y nivel educacional de la madre comuna de Valparaíso

PSE	IB	[I. C. 95%]	NPC	[I. C. 95%]	NEM	[I. C. 95%]
Baja	42,4%	(34,6-50,1)	36,3%	(28,6-44,0)	9,0%	(4,4-13,6)
Media	30,3%	(23,1-37,6)	37,0%	(29,3-44,7)	52,5%	(44,6-60,5)
Alta	27,2%	(20,1-34,2)	16,7%	(19,5-33,6)	38,3%	(30,5-46,0)

PSE: posición socioeconómica; IB: índice de bienestar; I.C: intervalo de confianza; NPC: nivel per cápita; NEM: nivel educacional de la madre. El valor en el paréntesis corresponde al intervalo de confianza del 95%.

La tabla N°9 muestra que en la comuna de Valparaíso, la mayor proporción de adolescentes está en la posición socioeconómica baja en relación al índice de bienestar. De acuerdo al nivel percápita, la mayor proporción de población está en la posición socioeconómica media y en relación al nivel educacional de la madre, la mayor proporción de población está en la posición socioeconómica media.

Tabla N°10: Estimación de proporción de índice de bienestar, nivel per cápita y nivel educacional de la madre comuna de Concepción

PSE	IB	[I. C. 95%]	NPC	[I. C. 95%]	NEM	[I. C. 95%]
Baja	36,3%	(21,5-51,1)	31,8%	(17,4-46,1)	7,1%	(0,91-15,2)
Media	27,2%	(13,5-40,9)	34,0%	(19,5-48,6)	38,0%	(22,7-53,4)
Alta	36,3%	(21,5-51,1)	34,0%	(19,5-48,6)	54,7%	(39,0-70,4)

PSE: posición socioeconómica; IB: índice de bienestar; I.C: intervalo de confianza; NPC: nivel per cápita; NEM: nivel educacional de la madre. El valor en el paréntesis corresponde al intervalo de confianza del 95%.

La tabla N°10 muestra que en la comuna de Concepción, la mayor proporción de adolescentes está en la posición socioeconómica baja y alta (con resultados similares), en relación al índice de bienestar. De acuerdo al nivel percápita, la mayor

proporción de población está en la posición socioeconómica media y alta y en relación al nivel educacional de la madre, la mayor proporción de población está en la posición socioeconómica alta.

- Concentración de fluoruro del agua potable de los colegios.

La concentración de fluoruro para la comuna de Valparaíso fue de 0,66 ppm y 0,06 ppm para la comuna de Concepción.

Tabla N°11: Concentración de fluoruro en el agua potable según comuna.

Comuna	Concentración de fluoruro en el agua (ppm)(media)
Valparaíso	0.66
Concepción	0.06

En la tabla N° 11 se observa que la concentración de fluoruro del agua potable de los colegios de la comuna de Valparaíso es 10 veces mayor en relación a la obtenida en la muestras de agua potable de los establecimientos de la comuna de Valparaíso.

- Dosis diaria ingerida de fluoruros en la comuna de Valparaíso (con agua potable fluorurada) y de la comuna de Concepción (sin agua potable fluorurada)

Los resultados de ambos grupos muestrales (Valparaíso y Concepción) referentes a concentración de fluoruro en orina matinal, concentración de creatinina en orina matinal y estimación de excreción de creatinina en 24 horas se encuentran en la Tabla N°12. Los resultados de todas estas variables fueron mayores en el grupo de Valparaíso respecto a la muestra de Concepción. La concentración de flúor en la orina fue casi el doble en Valparaíso respecto a Concepción, 0,88 ppm F y 0,48 ppm F respectivamente.

Tabla N°12: Concentraciones de fluoruro (ppm) y de creatinina (mg/dl) en orina matinal de muestras de Valparaíso y Concepción. Estimación de excreción diaria de creatinina (g/día) de ambas comunas en estudio.

	[] Fluoruro Orina matinal Valparaíso (ppm)	[] Fluoruro Orina matinal Concepción (ppm)	[] Creatinina orina matinal Valparaíso (mg/dl)	[] Creatinina orina matinal Concepción (mg/dl)	Estimación excreción Diaria Creatinina Valparaíso (g/día)	Estimación excreción Diaria creatinina Concepción (g/día)
Media	0.88	0.48	106.93	82.36	1.84	0.78
Desviación Estándar	0.48	0.29	50.05	62.53	1.24	0.85
q25	0.535	0.28	74.22	35.17	0.89	0.24
q50	0.79	0.41	92.5	71.89	1.61	0.56
q75	1.2	0.59	128.96	103.13	2.5	1
n	139	43	139	43	139	43

Para estimar la dosis ingerida, es necesario obtener primero la estimación de excreción de fluoruro en 24 horas (Tabla N°13). Con los valores de excreción, se puede relacionar matemáticamente con DFR y FFR para obtener la estimación de la dosis diaria ingerida de fluoruro⁸¹ (Tabla N° 14 y Gráfico N° 1). La estimación de la excreción diaria de fluoruro de los adolescentes de 12 años fue casi 5 veces mayor en Valparaíso respecto a Concepción, presentando 0,28 mg/día y 0,061 mg/día respectivamente.

Tabla N° 13: Estimación de masa de excreción diaria de fluoruro en orina en las muestras de Valparaíso y Concepción.

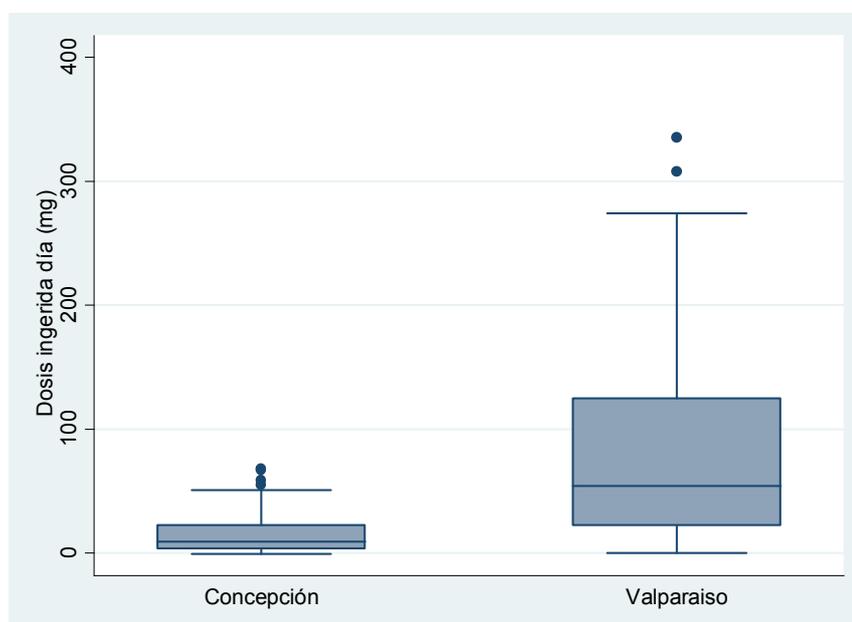
	Estimación de masa excreción diaria fluoruro en orina (mg/día) Valparaíso	Estimación de masa excreción diaria fluoruro en orina (mg/día) Concepción
Media	0.28	0.061
Desviación Estándar	0.26	0.068
q25	0.079	0.014
q50	0.192	0.0363
q75	0.44	0.081
n	139	43

Tabla N°14: Estimación de la ingesta diaria de fluoruro de las muestras de Valparaíso y Concepción.

	Estimación de Ingesta diaria de fluoruro (mg/día) Valparaíso	Estimación de ingesta diaria de fluoruro (mg/día) Concepción
Media	7.9	1.6
Desviación Estándar	7.4	1.9
q25	2.1	0.31
q50	5.4	0.95
q75	12.4	2.25
n	139	43

La estimación de la ingesta diaria de fluoruro en los adolescentes de 12 años en Valparaíso fue casi 5 veces mayor en comparación con Concepción, presentado 7,9 mg/día y 1,6 mg/día respectivamente.

Gráfico N° 1: Estimación de ingesta diaria de fluoruros en las muestras de Concepción y Valparaíso.



El gráfico N°1 muestra claramente que los sujetos de estudio de Valparaíso presentan una mayor ingesta en comparación con los de Concepción.

- Determinar la prevalencia de caries.

El porcentaje de individuos con historia de la enfermedad en sus componentes de caries cavitadas, obturaciones debido a caries dental o dientes perdidos por la misma causa.

Tabla N°15. Prevalencia de caries y libre de Caries para las comunas de Valparaíso y Concepción.

	VALPARAÍSO (%)	[INTERVALO DE CONFIANZA 95%]	CONCEPCIÓN (%)	[INTERVALO DE CONFIANZA 95%]
PREVALENCIA DE CARIES	55.28*	49.04% - 61.53%	50*	41.13% - 58.87%
LIBRE DE CARIES	44.72	38.47% - 50.96%	50	41.13% - 58.87%

Tabla N° 7. Prevalencia de caries (%) y Libre de Caries (%) para cada comuna con Intervalo de Confianza 95%.

* No hay diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,01$.

La tabla N°15 se muestra que en la comuna de Valparaíso, la prevalencia de caries corresponde a un 55,28% y la prevalencia de adolescentes libres de caries es un 44,72%. No hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos valores. En la comuna de Concepción, la prevalencia de caries encontrada corresponde a un 50% y la prevalencia de adolescentes libres de caries también corresponde a un 50%.

Tabla N° 16: Estimación de proporción media de prevalencia de caries según género.

		Proporción	[Intervalo Confianza 95%]
Sin caries	Mujer	47.83%	39.43% - 56.22%
	Hombre	45.69%	39.24% - 52.13%
Con caries	Mujer	52.17%	43.78% - 60.57%
	Hombre	54.31%	47.87% - 60.76%

Tabla N° 8. Proporción media (%) de prevalencia de caries y Libre de Caries para cada género con Intervalo de Confianza 95%.

En la table N°16 se observa que según género, un 47,83% de las mujeres están libre de caries y un 52,17 están afectadas por caries. En el caso de los hombres un 45,69% está libre de caries y un 54,31% está afectado por caries.

- Determinar la severidad de la enfermedad.

Severidad mediante el índice COPD y sus componentes

Tabla N° 17: Severidad mediante Índice COP-D y sus componentes, y desglosado para las comunas de Valparaíso y Concepción.

	VALPARAÍSO	[INTERVALO DE CONFIANZA 95%]	CONCEPCIÓN	[INTERVALO DE CONFIANZA 95%]
COP-D	1.52#	1.24 – 1.79	1.27#	0.94 – 1.60
C (D)	0.96*	0.73 - 1.18	0.32*	0.18 – 0.47
O (D)	0.55**	0.43 – 0.67	0.94**	0.65 – 1.23
P (D)	0.01***	-0.002 – 0.03	0.008***	-0.008 – 0.02

Tabla N° 9. Severidad medida con índice COP-D y sus componentes Caries C(D), Obturadas O(D) y Perdidas P(D) para cada una de las comunas con Intervalo de Confianza 95%.

No hay diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,01$.

* Existen diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,01$.

** Existen diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,01$.

*** No hay diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,01$.

En la tabla N°17 se aprecia que en relación a la severidad de la caries por comuna, en Valparaíso con un COP-D de 1.52, el componente C (caries) corresponde a 0.96, el componente O (obturado) a un 0.55 y el componente P (perdido por caries) a un 0.01. En la comuna de Concepción, COP-D de 1.27, el componente C (caries) corresponde a 0.32, el componente O (obturado) a un 0.94 y el componente P (perdido por caries) a un 0.008. Entre los componentes de ambas comunas, sólo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los componentes C (caries) y O (obturados).

- Determinar la severidad del tercio más afectado.

Media del COPD del tercio más afectado (SiC)

Tabla N° 18: Estimación media de COP-D según tercios en la comuna de Valparaíso y Concepción.

Tercios	Valparaíso		Concepción	
	Media COP-D	[Intervalo Confianza 95%]	Media COP-D	[Intervalo Confianza 95%]
1	0.00	-	0.00	-
2	0.66	0.55 – 0.76	0.49	0.33 – 0.65
SiC	3.90*	3.38 – 4.42	3.29*	2.68 – 3.89

Tabla N° 10. Estimación media de COP-D con Intervalo de Confianza 95%, del número de dientes afectados por la enfermedad de acuerdo a los criterios de la OMS, según tercios en la comuna de Valparaíso y Concepción.

* No hay diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,01$.

La tabla N°18 nos muestra que el índice significativo de caries (SIC) en la comuna de Valparaíso fue de 3,9 y en la comuna de Concepción fue de 3,29; sin diferencias estadísticamente significativas entre ambas comunas. Las dos comunas superan el valor del 3 para este índice, que era uno de los objetivos propuestos para el año 2015³⁶.

- Nivel de inequidad en la distribución de la enfermedad en el eje socio-económico en la distribución de la enfermedad.

Proporción de prevalencia de caries por posición socioeconómica según índice de bienestar, nivel per cápita y nivel educacional de la madre.

Tabla N°19: Proporción de prevalencia de caries según índice de bienestar, nivel per cápita y nivel educacional de la madre, Valparaíso.

	PSE	IB	[I. C. 95%]	NPC	[I.C.95%]	NEM	[I. C. 95%]
Sin caries	Bajo	38,80%	(26,99-50,62)	39,28%	(26,31-52,25)	21,42%	(-1,05- 43,91)
	Medio	47,75%	(29,49-58,0)	40,35%	(27,47-53,26)	45,67%	(35,40- 57,29)
	Alto	48,83%	(33,64-64,02)	53,65%	(38,12-69,18)	47,45%	(41,31- 67,16)
Con caries	Bajo	61,19%	(49,37-73,0)	60,71%	(47,74-73,68)	78,57%	(56,09- 101,05)
	Medio	56,25%	(41,99-70-50)	59,64%	(46,73-72,56)	54,32%	(42,71- 64,60)
	Alto	51,16%	(35,97-66,35)	46,34%	(30,81-61,87)	52,54%	(32,84- 58,69)

PSE: posición socioeconómica; IB: índice de bienestar; I.C: intervalo de confianza; NPC: nivel per cápita; NEM: nivel educacional de la madre. El valor en el paréntesis corresponde al intervalo de confianza del 95%.

En la tabla N°19 se observa que en la comuna de Valparaíso, la posición socioeconómica alta es la que presenta mayor porcentaje de población libre de caries en relación al índice de bienestar, al nivel per cápita y al nivel educacional de la madre. En cuanto a la población con caries, ésta se presenta con mayor porcentaje en la posición socioeconómica baja en relación a índice de bienestar, nivel per cápita y nivel educacional de la madre.

Tabla N°20: Proporción de prevalencia de caries según índice de bienestar, nivel per cápita y nivel educacional de la madre, Concepción.

	PSE	IB	[I. C. 95%]	NPC	[I.C.95%]	NEM	[I. C. 95%]
Sin caries	Bajo	50,00%	(23,98-76,01)	57,14%	(29,48-84,80)	Sin obs.	
	Medio	41,66%	(11,70-71,62)	26,66%	(2,84-50,48)	56,25%	(30,38-82,11)
	Alto	50,00%	(23,98-76,01)	60,00%	(33,6186,38)	43,47%	(22,13-64,82)
Con caries	Bajo	50,00%	(23,98-76,01)	42,85%	(15,19-70,51)	Sin obs	
	Medio	58,03%	(28,37-88,29)	73,33%	(49,51-97,15)	43,75%	(17,88-69,61)
	Alto	50,00%	(23,98-76,01)	40,00%	(13,61-66,38)	56,52%	(35,17-77,86)

PSE: posición socioeconómica; IB: índice de bienestar; I.C: intervalo de confianza; NPC: nivel per cápita; NEM: nivel educacional de la madre. El valor en el paréntesis corresponde al intervalo de confianza del 95%.

En la tabla N°20 se observa que en la comuna de Concepción, la posición socioeconómica alta y la baja son las que presentan un mayor porcentaje de población libre de caries en relación al índice de bienestar. La posición socioeconómica alta es la que presenta más proporción de población libre de caries en relación al nivel percápita. La posición socioeconómica media es la que presenta la mayor proporción de población libre de caries de acuerdo al nivel educacional de la madre. En cuanto a la población con caries, ésta se presenta con mayor porcentaje en la posición socioeconómica media de acuerdo al índice de bienestar y al nivel percápita. La posición socioeconómica alta, tiene un mayor porcentaje de población con caries en relación al nivel educacional de la madre.

Además se calculó el índice COPD de los individuos por nivel socioeconómico, estimando el promedio según el índice de bienestar, nivel per cápita y nivel educacional de la madre. (Ver tablas N°21 y N°22)

Tabla N°21: Estimación media de índice COP-D según índice de bienestar, nivel per cápita y nivel educacional de la madre, Valparaíso.

	PSE	IB	[I. C. 95%]	NPC	[I. C. 95%]	NEM	[I. C. 95%]
COP-D	Bajo	2,11	(1,56 – 3,32)	1,39	(1,25 – 2,75)	1,71	(1,09 – 2,63)
	Medio	1,47	(0,91 – 2,38)	2,14	(1,35 – 3,10)	1,87	(1,62 - 3,21)
	Alto	2,16	(1,35 - 2,98)	1,31	(1,05 – 2,90)	1,45	(1,05 – 2,41)

PSE: posición socioeconómica; IB: índice de bienestar; I.C: intervalo de confianza; NPC: nivel per cápita; NEM: nivel educacional de la madre.

En la tabla N°21 se observa que en Valparaíso, el índice COPD es mayor en la posición socioeconómica alta según el índice de bienestar, mayor en la posición socioeconómica media según el nivel percápita y según el nivel educacional de la madre.

Tabla N°22: Estimación media de índice COP-D según índice de bienestar, nivel per cápita y nivel educacional de la madre, Concepción.

	PSE	IB	[I. C. 95%]	NPC	[I. C. 95%]	NEM	[I. C. 95%]
COP-D	Bajo	1,00	(0,56 – 3,32)	1,00	(0,23 – 1,76)	3	(1,83-4,15)
	Medio	1,25	(0,91 – 2,38)	1,46	(0,84 – 2,08)	0,93	(0,28-1,58)
	Alto	1,12	(0,35 - 2,98)	0,86	(0,58-1,67)	1,08	(0,50-1,66)

PSE: posición socioeconómica; IB: índice de bienestar; I.C: intervalo de confianza; NPC: nivel per cápita; NEM: nivel educacional de la madre.

En la tabla N°22 se observa que en la comuna de Concepción, el índice COPD es mayor en la posición socioeconómica media según el índice de bienestar y según el nivel percápita. La media del COPD es mayor en la posición socioeconómica baja según el nivel educacional de la madre.

- Determinar el nivel de inequidad en la distribución de la enfermedad.

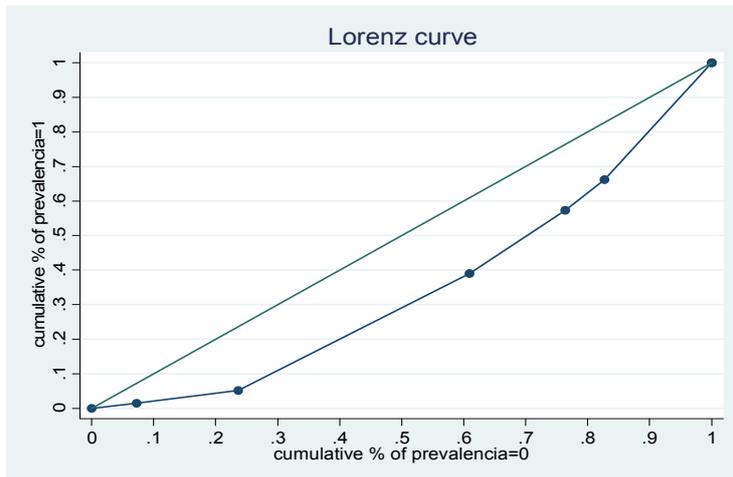
Tabla N°23: Índice de Gini por establecimiento, índice de bienestar, per cápita y nivel educacional de la madre, Valparaíso y Concepción.

	Coeficiente de Gini (Índice de Gini) Valparaíso	Coeficiente de Gini (Índice de Gini) Concepción
Establecimiento	0,3092 (30%)	0,3018 (30%)
Índice de Bienestar	0,0904 (9%)	0,0663 (6%)
Nivel per cápita	0,1158 (11%)	0,3002 (30%)
Nivel educacional de la madre	0,0983 (9%)	0,1237 (12%)

De las diferencias observadas, las mayores se expresan en relación al nivel de ingreso percápita. En la comparación del índice de bienestar y el nivel educacional de la madre, los valores encontrados son similares en ambas comunas.

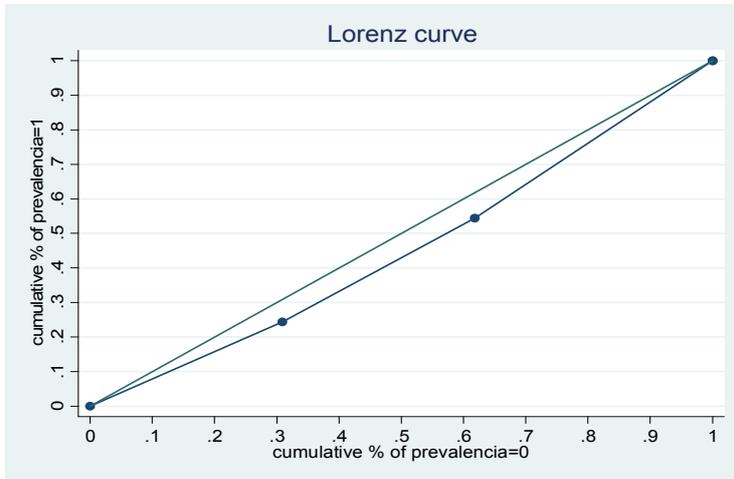
A continuación se muestran las curvas de Lorenz según establecimientos, índice de bienestar, per cápita y nivel educacional de la madre, Valparaíso y Concepción (Gráficos N°2-9).

Gráfico N°2: Curva de Lorenz, según establecimientos, Valparaíso.



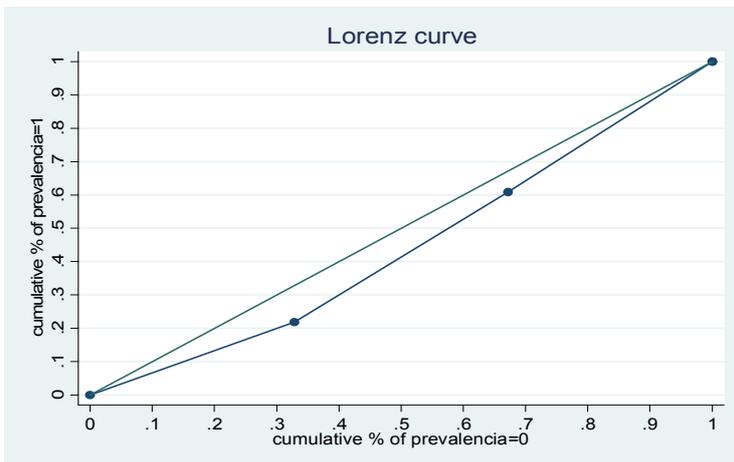
El gráfico N°2 muestra la representación del índice de Gini que describe la curva de Lorenz según establecimientos en la comuna de Valparaíso. El área de concentración indica que la enfermedad se distribuye de modo concentrado en relación a los establecimientos educacionales.

Gráfico N°3: Curva de Lorenz, según índice de bienestar, Valparaíso.



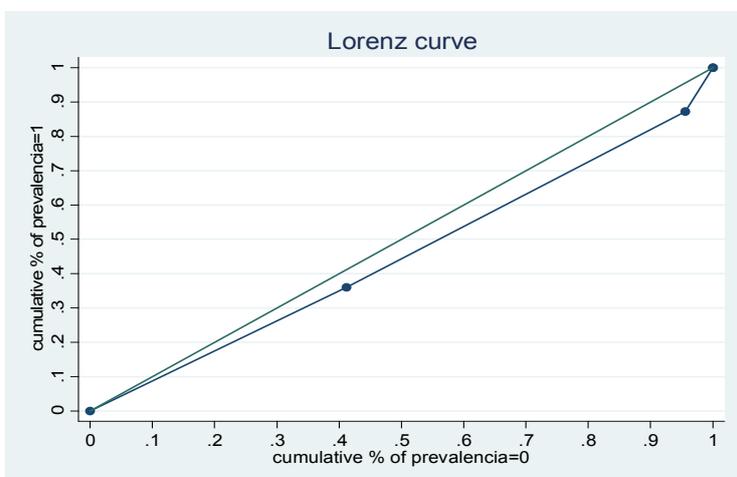
El gráfico N°3 muestra la representación del índice de Gini que describe la curva de Lorenz según índice de bienestar en la comuna de Valparaíso. Dicha curva está muy cercana a la diagonal, lo que representa más cercanía a la igualdad en la distribución de caries en relación al índice de bienestar.

Gráfico N°4: Curva de Lorenz, según nivel per cápita, Valparaíso.



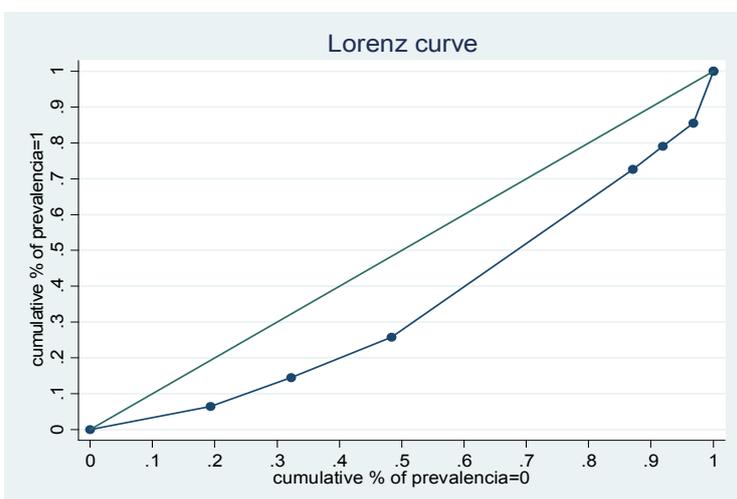
El gráfico N°4 muestra la representación del índice de Gini que describe la curva de Lorenz según nivel de ingresos per cápita en la comuna de Valparaíso. Dicha curva está muy cercana a la diagonal, lo que representa más equidad en la distribución de la enfermedad en relación al nivel per cápita.

Gráfico N°5: Curva de Lorenz, según nivel educacional de la madre, Valparaíso.



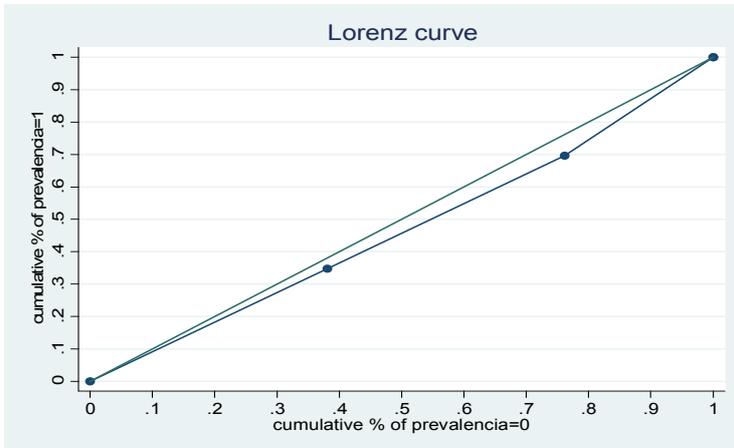
El gráfico N°5 muestra la representación del índice de Gini que describe la curva de Lorenz según nivel educacional de la madre en la comuna de Valparaíso. La curva está muy cercana a la diagonal, lo que representa más cercanía a la igualdad en la distribución de la enfermedad en relación al nivel educacional de la madre.

Gráfico N°6: Curva de Lorenz, según establecimientos, Concepción



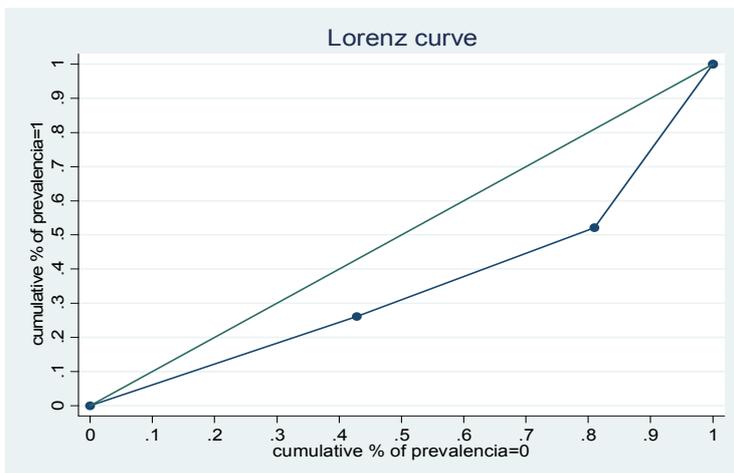
El gráfico N°6 muestra la representación del índice de Gini que describe la curva de Lorenz según establecimientos en la comuna de Concepción. El área de concentración está medianamente alejada de la diagonal lo que representa que la distribución de la enfermedad está concentrada.

Gráfico N°7: Curva de Lorenz, según índice de bienestar, Concepción.



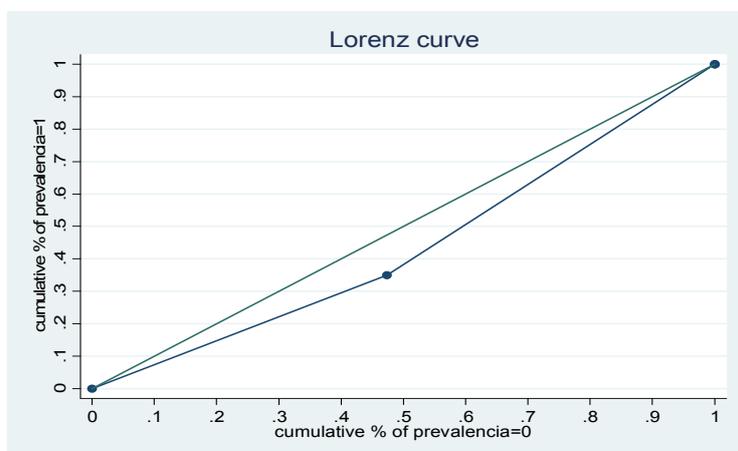
El gráfico N°7 muestra la representación del índice de Gini que describe la curva de Lorenz según índice de bienestar en la comuna de Concepción. La curva está muy cercana a la diagonal, lo que representa más cercanía a la igualdad en la distribución de la enfermedad.

Gráfico N°8: Curva de Lorenz, según nivel per cápita, Concepción.



El gráfico N°8 muestra la representación del índice de Gini que describe la curva de Lorenz según nivel de ingreso per cápita en la comuna de Concepción. La curva se aleja de la diagonal lo que representa que la distribución de la enfermedad está concentrada en relación al ingreso per cápita.

Gráfico N°9: Curva de Lorenz, según nivel educacional de la madre, Concepción.



El gráfico N°9 muestra la representación del índice de Gini que describe la curva de Lorenz según nivel educacional de la madre en la comuna de Concepción. Dicha curva está muy cercana a la diagonal, lo que representa más cercanía a la igualdad en la distribución de la enfermedad en relación al nivel educacional de la madre.

Tabla N°24: Índice de pendiente de inequidad en la prevalencia de caries por índice de bienestar, per cápita y nivel educacional de la madre, en las comunas de Valparaíso y Concepción.

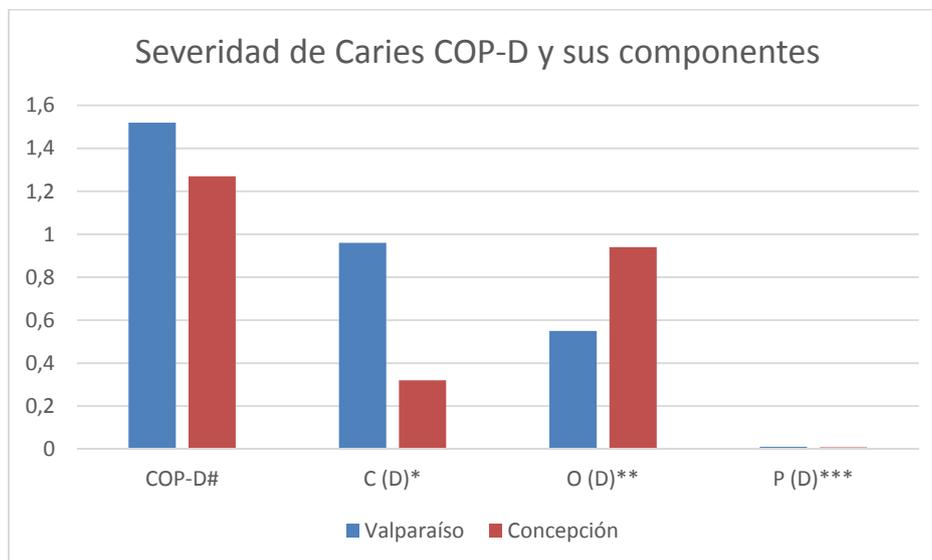
	Índice de pendiente de inequidad Valparaíso	Índice de pendiente de inequidad Concepción
Índice de Bienestar	0,0015171	$4,9 \times 10^{-11}$
Nivel per cápita	0,0021129	0,0005965
Nivel educacional de la madre	0,0019099	0,0004329

Los valores del índice de pendiente son muy pequeños por lo que la diferencia que se produce cuando se pasa de un nivel socioeconómico a otro no tienen mayor impacto en la prevalencia de caries.

- Comparación de la severidad de la enfermedad en la población

Se comparó la severidad de la enfermedad entre ambas comunas. Los resultados se muestran en el Gráfico N°10.

Gráfico N°10. Comparación de severidad de la enfermedad de caries desglosada en dientes C (caries), O (obturadas), P (perdidas por caries)



Severidad medida con índice COP-D y sus componentes Caries C(D), Obturadas O(D) y Perdidas P(D) para cada una de las comunas.

#No hay diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,01$.

* Existen diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,01$.

** Existen diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,01$.

*** No hay diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,01$.

El gráfico N°10 nos muestra que entre las comunas de Valparaíso y Concepción, sólo el componente C y O del índice COPD presentan diferencias estadísticamente significativas. En el valor general del índice y en el componente P, no existen diferencias estadísticamente significativas entre las comunas.

- Comparar la prevalencia de caries en tercio más afectado en ambas comunas

Tabla N° 25: Comparación del tercio más afectado de caries (Sic) en ambas comunas (Valparaíso y Concepción)

	Sic tercio más afectado	[I. C. 95%]
Valparaíso	3.90	(3.38-4.42)
Concepción	3.28	(2.68-3.89)

* $p=0.073$ La diferencia observada no es estadísticamente significativa.

La tabla N°25 nos muestra que el índice significativo de caries (SIC) en la comuna de Valparaíso fue de 3,9 y en la comuna de Concepción fue de 3,28, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambas comunas. Las dos comunas superan el valor del 3 para este índice, que era uno de los objetivos propuestos para el año 2015³⁶.

Tabla N°26: Proporción de prevalencia de caries por tipo de establecimientos educacionales agrupados, en la comuna de Valparaíso. n=246

PSE		[I. C. 95%]	
Sin caries	Bajo	30,95%	(20,95-40,94)
	Medio	50,00%	(41,98-58,01)
	Alto	80,00%	(53,73-106,2)
Con caries	Bajo	69,04%	(59,05-79,04)
	Medio	50,00%	(41,98-58,01)
	Alto	20,00%	(6,26-46,26)

PSE bajo: establecimientos educacionales municipales, PSE medio: establecimientos educacionales particulares subvencionados, PSE alto: establecimientos educacionales privados.

Las diferencias observadas para los distintos niveles socioeconómicos derivados de la dependencia del colegio como variable proxy, son estadísticamente significativas ($p=0.0014$) con test chi cuadrado.

Tabla N°27: Proporción de prevalencia de caries por tipo de establecimientos educacionales agrupados, en la comuna de Concepción. (n=124)

PSE		I	[I. C. 95%]
Sin caries	Bajo	51,85%	(20,95-40,94)
	Medio	45,00%	(41,98-58,01)
	Alto	56,74%	(53,73-106,2)
Con caries	Bajo	48,14%	(28,75-67,54)
	Medio	55,00%	(42,17-67,82)
	Alto	43,24%	(26,89-59,58)

PSE bajo: establecimientos educacionales municipales, PSE medio: establecimientos educacionales particulares subvencionados, PSE alto: establecimientos educacionales privados.

Las diferencias observadas para los distintos niveles socioeconómicos derivados de la dependencia del colegio como variable proxy, no son estadísticamente significativas ($p=0.5$)

Tabla N°28: Proporción de prevalencia de caries por tipo de establecimientos educacionales agrupados, en ambas comunas. (n=370)

	PSE colegio		[I. C. 95%]
Sin caries	Bajo	36,03%	(27,03-45,03)
	Medio	48,58%	(41,81-55,35)
	Alto	61,70%	(47,60-75,79)
Con caries	Bajo	63,96%	(54,96-72,96)
	Medio	51,41%	(44,64-58,18)
	Alto	38,29%	(24,20-52,39)

PSE bajo: establecimientos educacionales municipales, PSE medio: establecimientos educacionales particulares subvencionados, PSE alto: establecimientos educacionales privados.

Las diferencias observadas para los distintos niveles socioeconómicos derivados de la dependencia del colegio como variable proxy, son estadísticamente significativas ($p=0.0082$)

Tabla N° 29: Proporción de prevalencia de caries por tipo de establecimientos agrupados, comparando ambas comunas.

	PSE	Valparaíso	[I. C. 95%]	Concepción	[I. C. 95%]
Con caries	Bajo	69,04 *	(59,05-79,04)	48,14%*	(28,75-67,54)
	Medio	50,00%**	(41,98-58,01)	55,00%**	(42,17-67,82)
	Alto	20,00%***	(6,26-46,26)	43,24%***	(26,89-59,58)

PSE bajo: establecimientos educacionales municipales, PSE medio: establecimientos educacionales particulares subvencionados, PSE alto: establecimientos educacionales privados. * $p<0,04$ no se encontraron diferencias estadísticas significativas. ** $p=0,04$ no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. *** $p=0,02$ no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

En la tabla N°29 se observa que no hay diferencias estadísticamente significativas cuando se comparan las prevalencias por tipo de establecimientos agrupados entre ambas comunas. En Valparaíso la mayor prevalencia de caries es

en los establecimientos educacionales municipales y en Concepción la mayor prevalencia de caries se encuentra en los establecimientos educacionales de posición socioeconómica media que corresponden a los establecimientos particulares subvencionados.

Tabla N°30: Estimación media de índice COP-D según agrupación de establecimientos educacionales, en Valparaíso (n=246), Concepción (n=124)

	PSE	Valparaíso	[I. C. 95%]	Concepción	[I. C. 95%]
COP-D	Bajo	2,44 *	(1,80-3,07)	1,55 *	(0,65-2,45)
	Medio	1,08 **	(0,84-1,32)	1,4 **	(0,93-1,86)
	Alto	0,4 ***	(-0,20-1,00)	0,8 ***	(0,39-1,33)

COP-D bajo: establecimientos educacionales agrupados, PSE medio: establecimientos educacionales particulares subvencionados, PSE alto: establecimientos educacionales privados.*p=0,07 no se encontraron diferencias estadísticas significativas. **p=0,1 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. ***p=0,2 no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

En la comuna de Valparaíso, las diferencias son estadísticamente significativas entre la posición socioeconómica baja con la media (p=0,012) y de la baja con la alta (p<0,001). Las diferencias no son estadísticamente significativas entre la PSE media y alta (p=0,95)

En la comuna de Concepción, las diferencias no son estadísticamente significativas (p>0.05).

8. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue establecer diferencias en la inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad entre una comunidad con agua fluorurada (comuna de Valparaíso) y otra comunidad sin agua fluorurada (Concepción). La muestra conformada por 370 adolescentes que cumplieron con los criterios de inclusión, correspondiente a 62.70% hombres y 37.30% mujeres, tenían una edad promedio de 12,89 ($\pm 0,28$) años.

Los principales resultados de este estudio fueron la prevalencia de caries en adolescentes de 12 años de edad de la comuna de Valparaíso correspondientes a un 55.28%, es decir, de los 246 estudiantes participantes, 136 individuos presentaban historia de la enfermedad y entre los adolescentes de 12 años de la comuna de Concepción en donde se alcanzó un 50.00% de prevalencia de caries, lo que corresponde a 62 individuos con historia de la enfermedad. Del total de individuos participantes la prevalencia de caries en mujeres fue de un 52,17% y la prevalencia de caries en hombres fue de un 54.31%. Comparando este resultado con el diagnóstico nacional de salud bucal del adolescente de 12 años de Soto y cols del año 2007⁵, donde la prevalencia de caries correspondiente a la región de Valparaíso fue de 54,6% y la de Concepción fue de 63,6%, se observa un leve aumento en Valparaíso y un importante descenso en Concepción, en ambas comunas con nivel de confianza del 95%. Se puede evidenciar un cambio en la prevalencia de caries entre ambas comunas, ya que en este estudio la comuna de Valparaíso (comuna con agua fluorurada) presenta una prevalencia mayor de caries en comparación a la comuna de Concepción (comuna sin agua fluorurada) aunque sin diferencias estadísticamente significativas entre ambas. Estos hallazgos, nos puede demostrar que el avance y/o implementación en políticas públicas efectivas en promoción y prevención en relación a la caries no ha sido significativo en la comuna de Valparaíso, estos valores levemente mayores a los obtenidos por Soto y cols el año 2007⁵, se encuentran dentro del intervalo de confianza y por ende pueden corresponder a una desviación normal en la muestra obtenida. La mayoría de los colegios de la muestra en la comuna de Valparaíso

son particulares subvencionados y municipales y según Cortés el 2015¹⁵⁶, la prevalencia de caries es considerablemente mayor que en colegios particulares privados de esta Comuna.

En el caso de la comuna de Concepción encontramos una disminución importante en la prevalencia de Caries, lo cual puede justificar las medidas alternativas adoptadas por CORBIOBIO, en las que expresan que los fluoruros actuaban de manera beneficiosa en la cavidad oral sin necesidad de ingerirlo, existiendo elementos como la pasta dental, colutorios y geles que son eficaces para la prevención de caries que compensan la falta de fluoruros en el agua potable.

En este estudio, el índice de daño por caries promedio (COP-D) en Valparaíso fue de 1,52 (I.C: [1,24 – 1,79]) piezas dentarias, donde el componente caries (C) correspondió a un promedio de 0,96 (I.C: [0,73 – 1,18]), el componente obturado (O) a 0,55 (I.C: [0,43 – 0,67]) y el componente perdido (P) a 0,01 (I.C: [-0,002 – 0,03]) (Ver tabla N°15). El índice COP-D a los 12 años es el usado para comparar el estado de salud bucal de los países, según la cuantificación de la OMS, el nivel de severidad de la enfermedad en adolescentes entre 12 años y 13 años de edad en la comuna de Valparaíso es bajo, pues se encuentra entre 1,2 y 2,6. Se observó en el estudio de Soto L. y cols del 2007 un promedio nacional de COP-D de 1,9 (DS=2,2 e I.C: [1,81 - 1,99]), con componente caries (C) de 0,75 (DS =1,35; I.C: [0,69 - 0,81]), componente obturado (O) de 1,04 (DS =1,75; I.C: [0,97 - 1,11]) y componente perdido (P) de 0,11 (DS=0,43; I.C: [0,09 - 0,13]). Pero si lo comparamos con el promedio regional que correspondió a 220 individuos con un COP-D de $1,31 \pm 1,72$, desglosado en componente caries, obturado y perdido de $0,51 \pm 1,12$, $0,74 \pm 1,3$ y $0,05 \pm 0,25$ respectivamente⁵, se aprecia que el promedio de COP-D comunal en este estudio es mayor que el promedio regional y menor que el nacional del 2007, el componentes caries (C) es mayor que el nacional y comunal y para el caso de los componentes perdidas (P) y obturadas (O) presenta una disminución en comparación a los valores nacionales y regionales. Esto deja en evidencia que la severidad general ha aumentado debido a un aumento en la cantidad de lesiones de caries no tratadas.

Nos encontramos con un promedio alto de piezas cariadas (C) y bajo promedio de piezas obturadas (O) y perdidas (P).

En la comuna de Concepción, el indicador de historia de caries promedio (COP-D) obtenido en este estudio fue de 1,27 (I.C: [0,94 – 1,60]) piezas dentarias, donde el componente caries (C) correspondió a un promedio de 0,32 (I.C: [0,18 – 0,47]), el componente obturado (O) a 0,94 (I.C: [0,65 – 1,23]) y el componente perdido (P) a 0,008 (I.C: [-0,008 – 0,02]). Según la cuantificación de la OMS, el nivel de severidad de la enfermedad en adolescentes entre 12 años y 13 años de edad en la comuna de Concepción es bajo, pues se encuentra entre 1,2 y 2,6. El promedio regional obtenido por Soto L. y cols el 2007, correspondió a 302 individuos con un COP-D de $2,07 \pm 2,26$, desglosado en componente caries, obturado y perdido de $0,699 \pm 1,23$, $1,22 \pm 1,82$ y $0,15 \pm 0,5$ respectivamente. Tomando en cuenta el promedio nacional de índice COP-D a los 12 años mencionado anteriormente, se aprecia que el promedio de COP-D comunal en este estudio es menor que el promedio regional y nacional del 2007 para todos los componentes. Esto nos puede indicar que pese a no implementar la fluoruración del agua potable, la comuna de Concepción ha llevado a cabo otro tipo de mecanismos para compensar esta falta de fluoruros, ya sea aumentando el acceso a la población a pastas fluoruradas, realizando actividades de promoción y prevención, o tratando a tiempo las lesiones de caries con el objetivo de disminuir el riesgo cariogénico de cada individuo y evitar futuras apariciones de estas lesiones. También podemos pensar que la disminución de los valores los índices de salud oral, puede tener que ver más con otras variables y no necesariamente con las medidas odontológicas específicas.

Al comparar entre ambas regiones y analizarlas, no encontramos diferencias estadísticamente significativas para los índices COP-D y Perdidas (P), pero si hay diferencias estadísticamente significativas entre los valores de Caries (C) y Obturadas (O). Esto nos muestra que entre ambas comunas existe similitud en la severidad de la caries pero que la enfermedad tendería a ser más dañina en Valparaíso por su componente C aumentado, el mismo que Concepción a transformado en componente O con el tratamiento de estas lesiones. Una posible

explicación sería que los adolescentes de Concepción tengan más posibilidades de acceso a la atención odontológica lo que se reflejaría en una mayor cobertura de atención odontológica en la comuna para la población señalada.

El índice significativo de caries (SiC) en Valparaíso correspondió a 3,90 (I.C: [3,38 – 4,42]), lo que nos indica un nivel de severidad moderada en el tercio más afectado por caries en adolescentes de 12 años de edad en esta comuna. Para el caso de Concepción el SiC correspondió a 3,29 (I.C: [2,68 – 3,89]), lo que también indica un nivel de severidad moderado en el tercio más afectado. La diferencia encontrada entre la prevalencia de caries de ambas comunas, no es estadísticamente significativa. Según el registro estadístico mensual (REM) del año 2014 del Servicio de Salud Valparaíso San Antonio el porcentaje de adolescentes de 12 años con COP-D mayor a 5 corresponde al 8,1%, cifra decreciente si se considera, 9,0% con COP-D igual a 4, 9,3% con COP-D igual a 3, 13,4% con COP-D igual a 2, 15,2% con COP-D igual a 1 y 15,0% con COP-D igual a 0 (Departamento de Estadísticas e Información en Salud, 2014)¹⁵⁷. Si comparamos esta información con el registro estadístico mensual del Servicio de Salud Concepción el porcentaje de adolescentes de 12 años con COP-D mayor a 5 corresponde al 34,1%, cifra creciente si se considera, 14,5% con COP-D 4, 12,5% con COP-D 3, 10,9% con COP-D igual a 2, 10,1% con COP-D igual a 1 y 17,9% con COP-D igual a 0 (Departamento de estadísticas e información en salud, 2014), podemos decir que hay menor cantidad de adolescentes tratados en los Cefsam la comuna de Valparaíso con valores de COP-D mayor a 5 piezas dentarias afectadas, respecto a la comuna de Concepción, con diferencias estadísticamente significativas.

Sería deseable que teniendo en consideración, el aumento exponencial de oferta de profesionales odontólogos en Chile, tal como lo documenta Monsalves¹⁵⁸, existiera un énfasis en aplicar mecanismos de tratamientos selectivos de acuerdo a los distintos grupos de riesgo dentro de un mismo grupo etario.

Siendo la enfermedad de caries una patología en que su etiología y mecanismos de prevención y control está altamente documentado y certeramente

establecido¹⁵⁹⁻¹⁶¹, resulta al menos preocupante que las políticas públicas sean aplicadas sólo a grupos etarios priorizados, de acuerdo a la ley Ley 19.966 que establece el Régimen de Garantías en Salud y otras metas sanitarias e indicadores a cumplir en los establecimientos de atención primaria de salud y que no se esté siendo selectivo en entregar mejores y más eficientes alternativas de promoción, prevención y tratamientos a pacientes que tienen un mayor riesgo de sufrir caries.

En Chile, al igual como se documenta en otros países¹⁶², contamos con una odontología en crisis pero con inmensas oportunidades. En nuestro desempeño profesional históricamente ha primado lo curativo y asistencial sobre la promoción de la salud. En general el desempeño laboral es aislado y con pobre integración entre las redes prestadoras de los Servicios de Salud. En el año 2012 habían 14.500 odontólogos con 39 escuelas de odontología impartiendo la carrera, con todo el potencial para promover la salud bucal y la salud general, debido a que entre otras ventajas, tenemos un contacto prolongado y regular con nuestros pacientes.

Otro resultado relevante de este estudio es en relación a la concentración de fluoruro obtenida en muestras de orina matinal. Al comparar nuestros resultados con los disponibles de un estudio piloto en Santiago¹⁰⁴, se puede sostener que se pesquisó en el presente trabajo una mayor concentración de fluoruro en la muestra de orina matinal en comparación al estudio mencionado. Los valores fueron 0,88 ($\pm 0,48$) ppm de fluoruro y 0,48 ($\pm 0,29$) ppm de fluoruro para Valparaíso y Concepción respectivamente. En contraparte, el estudio piloto antes mencionado obtuvo una concentración de 0,3 ($\pm 0,13$) ppm de fluoruro¹⁰⁴.

Sobre la estimación de la ingesta diaria de fluoruro los valores encontrados respecto a la estimación de ingesta diaria de fluoruro fueron considerablemente mayores en Valparaíso respecto a la muestra de Concepción, presentando 7,9 ($\pm 7,4$) mg/día y 1,6 ($\pm 1,9$) mg/día respectivamente.

Al comparar con resultados encontrados en la literatura, hay un estudio que sugiere una ingesta de fluoruro dentro de un rango de 1,0 a 1,5 mg/día⁶⁶. Otro estudio estimó la ingesta óptima de fluoruro con la fórmula 0,06 mg/kg de peso.

Aplicando esta fórmula, en Valparaíso tendríamos una ingesta óptima sugerida de 3,32 mg/día y 3,16 mg/día para la comuna de Concepción. En vista de ello, Concepción se encontraría con niveles bajo los mínimos recomendados de ingesta de fluoruro⁶⁷.

Si se contrasta la estimación de ingesta diaria de fluoruro de Valparaíso con la de Concepción, se puede atribuir dicha diferencia a la fluoruración del agua potable presente en la comuna de Valparaíso y no en Concepción. Sumado a lo anterior pueden estar influyendo en estos resultados el aporte de fluoruro de la dieta, que en el caso de Valparaíso por ser zona costera, pudiera ser más rica en elementos altos en fluoruro como el pescado.

Para definir la situación socioeconómica comúnmente se han considerado los ingresos, la educación y la ocupación de los adultos. Debido a que los niños/as y adolescentes no trabajan o no tienen un ingreso regular, generalmente se categorizan en grupos socioeconómicos basados en la información obtenida desde sus padres. Con esto, la prevalencia y severidad de caries dental de los individuos participantes del estudio fue analizada según diferentes indicadores que a continuación se discuten para determinar el nivel socioeconómico. El índice de bienestar, que refleja los bienes materiales presentes en el hogar, se ha utilizado como base para la obtención de la condición socioeconómica de los adolescentes en los últimos tiempos. El 2010, Perera y Ekanayake¹⁶³, plantea que como el índice de bienestar considera la propiedad de los servicios básicos, tales como la disponibilidad de agua corriente, electricidad, radio y televisión ponderados y estos activos son poseídos por un gran número de personas, no se observan mayores diferencias según PSE baja, medio y alta. Lo que se observa en este estudio es que en la comuna de Valparaíso el mayor porcentaje de adolescentes están en PSE baja, respecto a los bienes del hogar con 42,40%, donde el menor porcentaje se encuentra en la PSE alta, con un 27,20% de los adolescentes (ver tabla N°9). En la comuna de Concepción igual porcentaje de adolescentes están en PSE bajo y alto, respecto a los bienes del hogar con 36,30% y el menor porcentaje se encuentra en la PSE media, con un 27,20% de los adolescentes.

En cuanto a la proporción de adolescentes según nivel percápita, en la comuna de Valparaíso la distribución por PSE refleja resultados cercanos para la PSE alta y media con un poco menor porcentaje de adolescentes en el grupo de PSE baja en el que está un 16,7% de los sujetos (ver tabla N°9). En la comuna de Concepción los valores de distribución por PSE según nivel percápita muestran una muestra más bien homogénea, esto puede deberse a que se sobreestimación del ingreso en los niveles más bajos y la subestimación el ingreso en los niveles más altos, pues se plantearon las preguntas por tramo de ingresos por familia. Además el número medio de hijos por mujer (o tasa global de fecundidad) del país que ha resultado igual a 1,8 hijos por mujer¹⁶⁴, tiende a influir en el número de integrantes del hogar, que corresponde al divisor de este indicador (ver tabla N°10).

En la comuna de Valparaíso se observa en la tabla N°9 que en la relación a la distribución de la población en relación al nivel educacional de la madre, el mayor porcentaje de adolescentes está en una PSE media, con un 52,5% de los adolescentes de 12 años y sólo un 9,03% a una PSE baja. En la comuna de Concepción, el mayor porcentaje de adolescentes se concentra en una PSE alta con un 54,7% y sólo el 7,1% se ubica en una PSE baja (ver tabla N°10). Es importante destacar que en numerosos estudios, existe evidencia del efecto que tiene la educación de la madre sobre el estado de salud del niño^{165,166}.

Respecto a la proporción de prevalencia de caries por PSE según los distintos indicadores, se observa que según el índice de bienestar un mayor porcentaje de adolescentes se encuentra en la PSE baja con un 61,19% de población con caries, tendencia observada también en el nivel per cápita como nivel educacional de la madre, con un 60,71% y 78,57% respectivamente (ver tabla N°19). En la comuna de Concepción, ocurre una situación diferente porque según el índice de bienestar un mayor porcentaje de adolescentes se encuentra en la PSE media con un 58,03% y lo mismo ocurre para el nivel per cápita con un 73,33 en la PSE media. (ver tabla N°20).

Por último se estimó el promedio de COP-D según nivel socioeconómico, para la comuna de Valparaíso, los mayores valores encontrados estuvieron en la

PSE baja y alta según índice de bienestar con valores de 2,16 y 2,11 respectivamente y para la PSE media según nivel per cápita donde se obtuvo una media del COP-D de 2,14 (ver tabla N°21). Para la comuna de Concepción, los mayores valores de COP-D según nivel socioeconómico estuvieron en la PSE media con un valor de COP-D de 1,46 y 1,25 según el nivel per cápita y el índice de bienestar respectivamente (ver tabla N°22).

En un estudio realizado en Sri Lanka, los indicadores de los bienes materiales del hogar y nivel educativo de los padres emergieron como predictores significativos de los dos resultados de la salud oral estudiados. En ese estudio, se concluye que los indicadores de materiales activos, es decir, la escala de riqueza familiar y el índice de bienestar (asset index) podrían ser utilizados como medidas óptimas de la situación socioeconómica en la investigación de la salud oral entre los adolescentes¹⁶³. El autor señala que los distintos indicadores socioeconómicos, tales como el índice de bienestar, nivel per cápita y nivel educacional de la madre, miden diferentes dominios del constructo multidimensional de la situación socioeconómica, por lo que no pueden utilizarse indistintamente para referirse a la situación socioeconómica. Otros estudios también han demostrado que los indicadores de nivel socioeconómico, en particular los ingresos, la educación y la ocupación, son medidas independientes y no intercambiables^{167,168}.

Según Galobardes y cols¹, ningún indicador de la situación socioeconómica es apropiado para todos los objetivos de estudio. Por otra parte, diferentes indicadores miden diferentes aspectos de la estratificación social y pueden ser relevantes para los diferentes resultados de salud y en diferentes etapas del ciclo vital. Por lo tanto, estos investigadores han indicado que la preferencia del indicador debe depender de la pregunta de investigación específica.

El nivel socioeconómico es un constructo teórico multidimensional que se puede medir por diferentes indicadores, que miden diferentes fenómenos. Por lo tanto, la recomendación actual y la elección popular es utilizar múltiples indicadores de nivel socioeconómico para medir la mayor información posible.^{169,170}

El nivel de inequidad en la distribución de la enfermedad y nivel de inequidad en el eje socio-económico en la distribución de la enfermedad en adolescentes de 12 años de edad en la comuna de Valparaíso se expresa con un menor índice Gini, más cercano a cero en el indicador de índice de bienestar y en del nivel educacional de la madre con 9% (0,09) para ambos, seguido de un Índice de Gini de 11% (0,11) para nivel per cápita y en el caso de los establecimiento la cifra alcanza a un 30% (0,30), lo que nos indica que tienden en ese orden más a la perfecta igualdad (0) que a la perfecta desigualdad (1) (ver tabla N°23). En el caso del índice de bienestar y del nivel educacional de la madre que registraron el coeficiente de Gini más bajo, se podría interpretar como todos los adolescentes con caries tienen “casi” la misma cantidad de bienes y sus madres tienen el mismo nivel de educación (ver tabla N°19). En los gráficos N°3 a N°5 se puede observar cómo se aproxima la curva de Lorenz a la diagonal, donde más se aleja de ésta, mayor desigualdad o inequidad en la distribución de la enfermedad, que se aprecia en el gráfico N°2, en relación a los establecimientos.

En la comuna de Concepción, el índice Gini más bajo igual que en la comuna de Valparaíso es en el indicador de índice de bienestar con un 6% (0,06), luego viene el indicador de nivel educacional de la madre con un 12%(0,12) y tendiendo a la desigualdad con valores iguales de 30%(0,30) para el nivel per cápita y para los establecimientos (Ver tabla N°23). En los gráficos N°7 y N°9 se puede observar cómo se aproxima la curva de Lorenz a la diagonal, donde más se aleja de ésta, mayor desigualdad o inequidad en la distribución de la enfermedad, que se aprecia en el gráfico N°6 y 8, en relación a los establecimientos y nivel per cápita respectivamente. Estos datos sugieren que la enfermedad está concentrada en unos pocos establecimiento y la misma situación ocurre en relación al nivel per cápita, la enfermedad se tiende a concentrar en algunos niveles de ingreso, que puede ser explicado como lo que se describe en la literatura como el fenómeno de polarización de caries, en que grupos poblacionales concentran la mayor cantidad de enfermedad.

Para determinar el nivel de inequidad en el eje socioeconómico, el índice de pendiente de inequidad arrojó valores muy pequeños en los tres indicadores. Lo que

indica que la prevalencia de la enfermedad no se ve afectada cuando se pasa de un nivel socioeconómico a otro.

Otro resultado relevante obtenido en este estudio tiene relación con la proporción de prevalencia de caries por tipo de establecimientos agrupados en bajo, medio y alto. En este análisis se aprecia que en la comuna de Valparaíso a diferencia de lo que ocurre en Concepción, hay diferencias significativas para los distintos niveles socioeconómicos derivados de la dependencia del colegio como variable proxy ($p=0.0082$). Esto implicaría que el tipo de colegio al que asisten los adolescentes sería determinante en la prevalencia de caries que manifieste y eso sería independiente de otras variables individuales como el tipo de dietas consumidas o ambientales como la ingesta de fluoruros. (Ver tabla N° 28).

La última tabla de este estudio (ver tabla N°30), muestra la estimación media del índice COP-D según agrupación de los establecimientos educacionales agrupados en bajo (municipales), medio (particulares subvencionados) y alto (particulares). En la comuna de Valparaíso, las diferencias son estadísticamente significativas entre la posición socioeconómica baja y la media ($p=0,012$) y entre la PSE baja con la alta ($p<0,001$). Las diferencias no son estadísticamente significativas entre la PSE media y alta ($p=0,95$). Estos resultados son similares a los encontrados por Soto y cols en el año 2007⁵.

En la comuna de Concepción, las diferencias no son estadísticamente significativas ($p>0.05$) entre ninguna de las PSE lo que refleja una distribución más homogénea del COP-D de la enfermedad en los distintos tipos de establecimientos educacionales. Debido a que la muestra en esta comuna es modesta en cantidad, se sugiere una cautelosa interpretación de estos resultados.

De acuerdo a los índices significativos de caries (SiC) en ambas comunas, en Valparaíso con un 3,90 y Concepción con 3,29, la severidad de la enfermedad sigue siendo moderada en el tercio más afectado. Esto implica, que podemos mirar con optimismo los resultados encontrados en este estudio, si bien los indicadores que dan cuenta del daño no han empeorado, dentro de la población de adolescentes de 12 años persisten inequidades, es decir, grupos de escolares que tienen necesidades acumuladas y que deben recibir un tratamiento diferente y

adicional y que es necesario hacer un análisis continuo en relación a la medida de fluoruración de agua potable como una de las únicas medidas de salud pública poblacionales, aplicadas para la prevención de caries en la población.

Una mala salud bucodental puede tener profundas repercusiones en la salud general y en la calidad de vida⁶, por lo cual el desafío es implementar nuevos programas orientados a la promoción, prevención y educación en salud oral.

En la comuna de Concepción existió un sesgo de selección de la muestra. No existe ningún individuo con nivel socioeconómico de la madre, por lo que la muestra para esa variable explicativa queda constituida por dos grupos. Existió un mayor número de adolescentes de colegios privados y mayor porcentaje de participantes de nivel socioeconómico alto, lo que pudiera explicar la ausencia de diferencias en la prevalencia de caries entre ambas comunas.

9. LIMITACIONES

Entre las limitaciones de este estudio, estuvo la dificultad para obtener colaboración y participación por parte de los establecimientos de ambas comunas, siendo más notorio en la comuna de Concepción. Al ser de carácter voluntario muchos establecimientos negaron su participación por estar comprometidos con otras actividades, argumentando que implicaría una disminución del tiempo disponible para la dedicación a sus programas curriculares.

Además de eso y probablemente por el conocimiento de la sociedad civil de Concepción respecto a que no se ha implementado aún la fluoruración de su agua potable y como eso marca una diferencia respecto a la realidad del país, quizás se pueda explicar la baja tasa de respuesta que se observó en los colegios de esta comuna.

Cuando el colegio aceptaba participar en el estudio, se entregaron los consentimientos informados a los padres y/o tutores de los adolescentes y una de las principales razones por la que muchos de ellos negaron la participación de sus pupilos, fue debido a la entrega de muestra de orina matinal por parte de los adolescentes, posiblemente porque a esa edad les resulta vergonzoso someterse a ese procedimiento.

Otra limitación puede deberse a un pequeño tamaño de la muestra obtenido y una falta de información o datos no informados por los participantes en relación al nivel socio económico.

Además de eso, el trabajo a distancia con equipos desplegados en ambas comunas implicó un arduo trabajo en términos de gestión y coordinación que no estuvo exento de complicaciones, entre otras, la extendida movilización de los profesores que tuvimos que sortear.

10. CONCLUSIONES

- Se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas en la prevalencia y severidad de caries dental en poblaciones de 12 años de edad según índice de bienestar, nivel per cápita e índice de bienestar, entre una comunidad con agua fluorurada y una comunidad sin agua fluorurada, por lo que se acepta la hipótesis de este estudio.
- Se observó una alta prevalencia de caries dental en ambas comunas, siendo algo mayor en la comuna de Valparaíso que en Concepción, sin diferencias estadísticas significativas entre ambas.
- El índice de daño por caries promedio COP-D fue de 1,52 en Valparaíso y 1,27 para Concepción. Se encontraron diferencias estadísticamente significativa en el componente C (caries) y en el componente O (obturadas).
- El tercio más afectado de la enfermedad en ambas comunas tiene valores moderados de 3,90 y 3,29 para Valparaíso y Concepción respectivamente, sin diferencias estadísticamente significativas
- Para la comuna de Valparaíso, según IB, NPC y NEM un mayor porcentaje de adolescentes con caries se encuentra en PSE baja. En Concepción, según IB y NPC un mayor porcentaje de adolescentes con caries se encuentra en PSE media y según NEM un mayor porcentaje de adolescentes con caries se encuentra en PSE alta.
- La concentración de fluoruro para la comuna de Valparaíso fue de 0,66 ppm y 0,06 ppm para la comuna de Concepción.
- La estimación de la ingesta diaria de fluoruro en los adolescentes de 12 años en Valparaíso fue casi 5 veces mayor en comparación con Concepción, presentado 7,9 mg/día y 1,6 mg/día respectivamente.
- El índice de Gini más cercano a cero fue según IB en ambas comunas y más cercano a 1 según establecimiento en Valparaíso y según establecimiento y NPC en Concepción.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Organization, World Health. WHO Expert Committee on Oral Health Status and Fluoride Use. Fluoride and Oral Health. Geneva: WHO Technical Report Series N°846, 1994.
2. Koning , K,. «Change in the prevalence of dental caries: how much can be contributed to change in diet? Discussion paper.» Caries Res, 1990: 24:16-8.
3. Sabbah W, Tsakos G, Chandola T., Sheiman A., Watt RG. «Social gradient in oral and general health.» J Dent Res, 2007: Oct;86(10):992-6.
4. Antunes JL, Narvai PC, Nugent ZJ. «Measuring inequalities in the distribution of dental caries.» Community Dent Oral Epidemiol, 2004: Feb;32(1):41-8.
5. Soto L., Tapia R., Jara G., Rodríguez G., Urbina T. Diagnóstico Nacional de Salud Bucal del Adolescente de 12 años y Evaluación del Grado de Cumplimiento de los Objetivos Sanitarios de Salud Bucal 2000-2010. Santiago: Facultad de Odontología. Ediciones Universidad Mayor. Serie de documentos técnicos, 2007.
6. Peterson, PE. «Continuous improvement of oral health in the 21 st century-the approach of the WHO Global Oral Programme.» The World Health Report. Geneva: World Health Organization, 2003
7. Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. MMWR. 2001; 50(RR14):1-42.
8. Centers for Disease Control and Prevention. Fluoridation of public drinking water to prevent dental caries. MMWR. 1999;48: 933-90.
9. Mariño R. Evaluación económica del programa de fluoración del agua de beber en Chile. Rev Chil Salud Pública 2013; Vol 17 (2): 124-131
10. Carmichael CL, Rugg-Gunn, Ferrell RS. «The relationship between fluoridation social class and caries experience in 5-year-old children in Newcastle and Northumberland in 1987.» BDJ, 1989: 167:57-61.
11. Hausen H., Seppa L., Luoma H. Relationship between caries and fluoride uptake by enamel from two fluoride varnishes in a community with fluoridated water. Caries research 16:5 1982 pg 404-12.
12. Hausen H., Heinonen OP, Paunio I. «Caries in permanent dentition and social class of children participant in public dental care in fluoridated and non fluoridated areas.» Community Dent Oral Epidemiol, 1989: 9:289-91.
13. Mc Donagh MS, Whiting PF, Wilson PM, et al. A systematic review of public water fluoridation. York: York: NHS Centre for Reviews and Dissemination, 2000.
14. Peres MA, Antunes JL, Peres KG., Is water fluoridation effective in reducing inequalities in dental caries distribution in developing countries? Recent findings from Brazil. Soz Praventivmed. 2006;51(5):302-10
15. Medina-Solís CE, Gerardo Maupomé G, Pelcastre-Villafuerte B. Desigualdades socioeconómicas en salud bucal: caries dental en niños de seis a 12 años de edad. Rev. invest. clín. 58 (4): 296-304.
16. Ministerio de Salud (1998). Normas de uso de fluoruros en la prevención odontológica. Gobierno de Chile.
17. Shang X, Huang Y, Chen H, Sun R. Prevalence of dental caries among preschool children in Shanghe County of Shandong Province and relevant prevention and treatment strategies. Chin Med J 2008; 121 (22): 2246-2249).
18. Urzua I. Prevalencia de caries dental y de pérdida de dientes en la población de 65 a 74 años de edad de nivel socioeconómico bajo y medio-bajo de la provincia de Santiago, región metropolitana y determinación de los recursos humanos necesarios para su tratamiento. Tesis para optar al grado de Magister en Cs. Odontológicas con mención en Cariología 2009.
19. Reasons for tooth extraction in four general dental practices in South Wales. Br. Dent J. 2005 Mar 12;198(5):275-8
20. Petersen PE, Bourgeois D, Ogawa H, Estupinan-Day S, Ndiaye C. The global burden of oral diseases and risks to oral health. Bull World Health Organ. 2005;83:661-9.
21. Marcenes W, Kassebaum NJ, Bernabe E, Flaxman a., Naghavi M, Lopez a., et al. Global

- Burden of Oral Conditions in 1990-2010: A Systematic Analysis. *J Dent Res* 92 (7):592-597, 2013.
22. Bedregal P, Margozzini P, González C. Informe final estudio de carga de enfermedad y carga atribuible. MINSAL. Santiago de Chile: 2007.
 23. Análisis de situación de salud bucal en Chile. Departamento de Salud Bucal División de Prevención y Control de Enfermedades Ministerio de Salud Chile: Diciembre 2010.
 24. World Health Organization. Continuous improvement of Oral Health in the 21st Century the Approach of the WHO Global Oral Health Programme. Switzerland. World Oral Health Report, 2003
 25. Laloo, R., Myburgh, N. G., & Hobdell, M. H. (1999). Dental caries, socio-economic development and national oral health policies. *International Dental Journal*, 49(4), 196-202.
 26. Peres, Marco Aurélio et al. The association between socioeconomic development at the town level and the distribution of dental caries in Brazilian children. *Rev Panam Salud Publica* [online]. 2003, vol.14, n.3, pp.149-157. ISSN 1680-5348. <http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892003000800001>.
 27. Do, L. G., & Spencer, A. (2007). Oral Health-Related Quality of Life of Children by Dental Caries and Fluorosis Experience. *Journal of public health dentistry*, 67(3), 132-139.
 28. Klein, H. & Palmer, C. E. Dental caries in American Indian children. *Publ. Hlth Bull.*, 239:1-54, Dec. 1937.
 29. Petersson HG & Bratthall D. The caries decline: a review of reviews. *Eur J Oral Sci* 1996, 104: 436-443
 30. Petersen PE. The World Oral health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st Century- the approach of the WHO global oral Health Program. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2003;31 (Suppl 1):3-24.
 31. Spencer AJ . Skewed distributions - new outcome measures. *Community Dent Oral Epidemiol* 1997, 25: 52-59
 32. Bowen WH. Dental caries: Is that an extinct disease? *J Am Assoc* 1991, 122: 49-52.
 33. Mariño RJ, Villa AE, Weitz A, Guerrero S. Caries prevalence in a rural Chilean community after cessation of a powdered milk fluoridation program. *J Public Health Dent*. 2004 Spring;64(2):101-5
 34. Seppä L, Kärkkäinen S & Hausen H. Caries trends 1992-1998 in two low-fluoride Finnish towns formerly with and without fluoridation. *Caries Res* 2000, 34: 462-468
 35. Nadanowsky P & Sheiham A. Relative contribution of dental services to the changes in caries levels of 12-year-old children in 18 industrialized countries in the 1970s and early 1980s. *Commun Dent Oral Epidemiol* 1995, 23: 331-339.
 36. Organización Mundial de la Salud (OMS). Formulating Strategies for Health for All by the Year 2000: Guiding Principles and Essential Issues. Geneva: World Health Organization, 1979.
 37. Bratthall D, Introducing the Significant Caries Index together with a proposal for a new global oral health goal for 12-year-olds. *Int Dent J* 2000, 50(6): 378-384.
 38. Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A, Hasson H, Pitts NB(2007). The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol*. 35(3):170-8.
 39. Jablonski-Momeni A, Stachniss V, Ricketts D.N, Heinzl-Gutenbrunner M, Pieper K (2008). Reproducibility and Accuracy of the ICDAS-II for Detection of Occlusal Caries in vitro. *Caries Res*; 42:79-87
 40. Diniz MB, Rodrigues JA, Hug I, Cordeiro RCL, Lussi A (2009). Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for occlusal caries detection. *Community Dent Oral Epidemiol*; 37: 399-404.
 41. Shoaib L, Deery C, Ricketts DN, Nugent ZJ. (2009) Validity and reproducibility of ICDAS II in primary teeth. *Caries Res.*; 43(6):442-8.
 42. Ministerio de Salud. "Guía Clínica Salud Oral integral para niños y niñas de 6 años". Santiago: Minsal, 2013.
 43. Dean HT. Fluorine and dental caries. *Am J Orthod* 1947; 33 (2): 49-67.
 44. Maier F. Historia y desarrollo. En: OPS/OMS, ed. *Fluoruración del agua potable*. Washington, DC:1971; 11-23.

45. Fluoridation of drinking water to prevent dental caries. (Cover story). *MMWR: Morbidity & Mortality Weekly Report* 1999; 48: 933-40. [[Links](#)]
46. Jones S, Burt BA, Petersen PE, Lennon MA. The effective use of fluorides in public health. *Bull World Health Organ* 2005; 83: 670-6.
47. Traebert J, de Lacerda JT, Fischer TK, Jinbo Y. Dental caries and orofacial pain trends in 12-year-old school children between 1997 and 2003. *Oral Health Prev Dent [Internet]* 2005 [cited 2013 Aug 18];3(4):243-8.
48. Mendoza C. El dilema ético de la fluoración del agua potable. *Rev Méd Chile* 2007; 135: 1487-1493
49. Kalamatianos PA, Narvai PC. Ethical aspects of the use of fluoride products in Brazil: a view of public health policy formulators. *Ciênc. saúde coletiva* 2006; 11: 63-9.
50. Cypriano S, Pecharki GD, Sousa M da LR de, Wada RS. A saúde bucal de escolares residentes em locais com ou sem fluoretação nas águas de abastecimento público na região de Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Cad Saude Publica [Internet]* 2003 [cited 2013 Aug 26];19(4):1063-71.
51. Gillcrist JA, Brumley DE, Blackford JU. Community fluoridation status and caries experience in children. *J Public Health Dent [Internet]* 2001 [cited 2014 May 26];61(3):168-71.
52. Jones CM, Worthington H. Water fluoridation, poverty and tooth decay in 12-year-old children. *J Dent [Internet]* 2000 [cited 2014 May 26];28(6):389-93.
53. Stephen KW, Macpherson LMD, Gilmour WH, Stuart RAM, Merrett MCW. A blind caries and fluorosis prevalence study of school-children in naturally fluoridated and nonfluoridated townships of Morayshire, Scotland. *Community Dent Oral Epidemiol [Internet]* 2002 [cited 2014 May 26];30(1):70-9.
54. Baldani MH, Narvai PC, Antunes JLF. Cárie dentária e condições sócio-econômicas no Estado do Paraná, Brasil, 1996. *Cad Saude Publica [Internet]* 2002 [cited 2013 Aug 13];18(3):755-63.
55. Maupomé G, Clark DC, Levy SM, Berkowitz J. Patterns of dental caries following the cessation of water fluoridation. *Community Dent Oral Epidemiol [Internet]* 2001 [cited 2014 May 26];29(1):37-47.
56. Sampaio FC, Nazmul Hossain ANM, Von der Fehr FR, Arneberg P (2000). Dental caries and sugar intake of children from rural areas with different water fluoride levels in Paraba, Brazil. *Community Dent Oral Epidemiol*; 28: 307-13.
57. Armfield JM, Spencer AJ (2004). Consumption of nonpublic water: implications for children's caries experience. *Community Dent Oral Epidemiol*; 32: 283-96.
58. Gabardo MCL, Da Silva WJ, Moysés ST, Moysés SJ (2008). Water fluoridation as a marker for sociodental inequalities. *Community Dent Oral Epidemiol*; 36(2):103-7.
59. Rugg-Gunn AJ, Do L (2012). Effectiveness of water fluoridation in caries prevention. *Community Dent Oral Epidemiol*, 40 Suppl 2(4):55-64.
60. Leong PM, Gussy MG, Barrow S-YL, de Silva-Sanigorski A, Waters E (2013). A systematic review of risk factors during first year of life for early childhood caries. *Int J Paediatr Dent*; 23(4):235-50.
61. MINSAL. Normas de Uso de Fluoruros en la Prevención Odontológica. Norma General Técnica N° 105 In: Departamento de Salud Bucal. División de prevención y control de Enfermedades SdSP, editor: Gobierno de Chile, Ministerio de Salud de Chile 2008; p. 15-20. [[Links](#)]
62. Gómez S, Fernández O. Fluoración del Agua Potable, Experiencia en Chile. En: Gómez Soler G, editor. *Fluoroterapia en Odontología Fundamentos y Aplicaciones Clínicas* 2010; p. 162-77. [[Links](#)]
63. Badenier O, Cueto A, Mariño R, Acevedo R. Situación de Salud Bucodental y algunos Factores de riesgo en Adultos de 35 a 44 años de la Región de Valparaíso. *Revista de la Facultad de Odontología Universidad de Valparaíso* 2009; 1103-8.

64. Whitford GM: The Metabolism and Toxicity of Fluoride, ed 2, revised. Basel, Karger, 1996; 16: 1-153.
65. Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) (2015). Valores promedios informados para el parámetro flúor por los servicios de agua potable del país. <http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3525.html> (fecha de acceso: 06-07-2015)
66. McClure FJ, Ingestion of fluoride and dental caries quantitative relations based on food and water requirements of children one to twelve years old. *Am J Dis Child.* 1943;66(4):362-369.
67. Farkas CS, Farkas EJ: Potencial effect of food processing on the fluoride content of infant foods. *Sci Total Environ* 1974; 2:399-405.
68. Baelum V, Fejerskov O, Manji F, Larsen MJ. Daily dose of fluoride and dental fluorosis. *Tandlaegebladet* 1987: 452-9
69. Burt BA: The changing patterns of systemic fluoride intake. *J Dent Res* 1992; 71:1228-1237.
70. American Academy of Pediatrics. Council of nutrition. Fluoride supplementation Pediatrics. 1986; 77: 758-61.
71. Almerich Silla JM. Fundamentos y concepto actual de la actuación preventiva y terapéutica del flúor. En: Cuenca Sala E, Baca García P. Odontología preventiva y comunitaria. Principios, métodos y aplicaciones. 3º ed. Barcelona: Masson; 2005.p. 105-130.
72. Ekstrand J, Whitford GM. Fluoride metabolism. In: Ekstrand J, Fejerskov O, Silverstone LM. Fluoride in dentistry. Copenhagen: Munksgaard; 1988.p.150-70.
73. Whitford GM: The physiological and toxicological characteristics of fluoride. *J Dent Res* 1990; 69(specissue):539-549.
74. Barbería E. Papel de los dentífricos fluorados en el control de la caries. Deglución en niños de corta edad. En: Simposio. Flúor 2000. Actualidad, dosificación y pautas de tratamiento. SESPO. Valencia: Promolibro; 2000.p. 77-92.
75. Whitford GM: Intake and metabolism of fluoride. *AdvDent Res* 1994; 8: 5-14.
76. Cremer H-D, Buttner W (1970). Absorption of fluorides. In: Fluoride and human health. Geneva: World Health Organization, 75-89.
77. Spencer H, Lewin I, Wiatrowski E, Samachson J: Fluoride metabolism in man. *Am J Med* 1970; 49: 807-813.
78. Maheshwari UR, McDonald JT, Schneider VS, Brunetti AJ, Leybin L, Newbrun E, Hodge HC: Fluoride balance studies in ambulatory healthy men with and without fluoride supplements. *Am J ClinNutr* 1981; 34: 2679- 2684.
79. Gutknecht J, Walter A (1981). Hydrofluoric and nitric acid transport through lipid bilayer membranes. *BiochimBiophysActa* 644:153-156.
80. Katz, McDonald, Stookey. Tratamiento tópico con fluoruros. En: Katz, McDonald, Stookey. Odontología Preventiva en acción. 3º ed. Buenos Aires: Médica panamericana; 1986.p. 215-46.
81. Villa A, Anabalon M, Cabezas L. The fractional urinary fluoride excretion in young children under stable fluoride intake conditions. *Community Dent Oral Epidemiol* 2000; 28:344-55.
82. Marthaler TM, editor. Monitoring of renal fluoride excretion in community preventive programmes on oral health. Geneva: World Health Organization; 1999.
83. Bell ME, Largent EJ, Ludwig TG, Muhler JC, Stookey GK. El aporte de flúor al hombre. En: Fluoruros y salud. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 1972.p. 17-73.
84. Murray JJ, Rugg-Gunn AJ, Jenkins GN. Fluorides in caries prevention. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd; 1991.
85. Ramos JA. El flúor y su papel en la mineralización. En: Ramos JA. Bioquímica bucodental. Madrid: Síntesis; 1996.p. 105-14.
86. Rioboo R. Flúor: Historia; Biodisponibilidad; Farmacocinética; Toxicidad. En: Rioboo R. Odontología Preventiva y Odontología comunitaria. 1ª ed. Madrid: Avances Médico-Dentales; 2002.p. 329-60.
87. Smyth E, Taracido M, Gestal JJ. Los fluoruros en la prevención de la caries dental. En:

- Smyth E, Taracido M, Gestal JJ. El flúor en la prevención de la caries dental. Madrid: Díaz de Santos; 1991.p. 33-58.
88. Hodge HC, Smith FA, Gedalia I; 1970. Excretion of fluorides, in Fluorides and Human Health, WHO Monograph Series, No. 59, WHO, Geneva, pp.141-161.
 89. Akashi S, Motizuki H. Screening for hypercalciuria. *ActaPaediatrJpn* 1990; 32:701-9.
 90. Zohouri FV, Rugg-Gunn AJ. Total fluoride intake and urinary excretion in 4-year-old Iranian children residing in low-fluoride areas. *Br J Nutr* 2000; 83:15-25.
 91. Castro S. Riñón y vías urinarias. En: Castro S. Manual de patología general. 5ª ed. Barcelona: Masson; 1996.p. 275-313. 192
 92. López JM, Pérez F. Fisiología renal. En: Rodes J, Guardia J. Medicina Interna. Barcelona: Masson; 1997.p. 2293-8.
 93. Marthaler TM, editor. Monitoring of renal fluoride excretion in community preventive programmes on oral health. Geneva: World Health Organization; 1999.
 94. McPherson RA, Ben-ezra J. Basic examination of urine. IN: McPherson RA, Pincus MR, EDS. Henry's clinical diagnosis and management by laboratory methods. 22 ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2011:chap 28.
 95. Remer T, Neubert A, Maser-Gluth C. Anthropometry-based reference values for 24-h urinary creatinine excretion during growth and their use in endocrine and nutritional research, *AM J Clin Nutr* 2 2002; 75:561-9.
 96. Oski F, Deangelis C, Feigin R, McMillan J, Washaw J. Principles and practice of Pediatrics. 2nd EDN. Philadelphia, PA: J.B. Lippincott Company; 1994.
 97. Declercq C, Ponti P, Warembourg D, Tronet V, Rousselle JF. Urinary excretion of fluorides in children living around an aluminum smelter. *Rev Epidemiol Sante Publique* 1995; 43(5):504-9.
 98. Kertesz P, Bánócky J, Ritlop B, Beródy A, Péter M. The determination of urinary fluoride/creatinine ratio (Q) in monitoring fluoride intake. *Acta Physiologica Hungarica* 1989; 74:209-214.
 99. Szekely M, Fazakas Z, Hobai S, Banoczy J, Villa A. Comparative baseline study of the urinary fluoride excretion in Romanian preschool children. *Caries Res* 2004;38: 377.
 100. Waterhouse C, Taves D, Munzer A. Serum inorganic fluoride: changes related to previous fluoride intake, renal function and bone resorption. *Clin Sci (Colch)* 1980; 58:145-52.
 101. Zohouri FV, Swinbank CM, Maguire A, Moynihan PJ. Is the fluoride/creatinine ratio of a spot urine sample indicative of 24-h urinary fluoride? *Community Dent Oral Epidemiol* 2006; 34: 130-8. Blackwell Munksgaard, 2006.
 102. Ketley CE, Lennon MA. Determination of fluoride intake from urinary fluoride excretion data in children drinking fluoridated school milk. *Caries Res* 2001; 35:252-7.
 103. Haftenberger M, Viergutz G, Neumeister V, Hetzer G. Total fluoride intake and urinary excretion in German children aged 3-6 years. *Caries Res* 2001; 35:451-7.
 104. Bruna F, Díaz-Dosque M, Cabello R, 2014. Determinar si existen diferencias entre la concentración de fluoruros en la orina matinal con el volumen de 24 horas en adolescentes. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano-dentista. Facultad de Odontología, Universidad de Chile.
 105. Cohen H, Locker D. The science and ethics of water fluoridation. *J Can Dent Assoc* 2001; 67: 578-80.
 106. Cross DW, Carton RJ. Fluoridation: a violation of medical ethics and human rights. *Int J Occup Environ Health* 2003; 9: 24-9.
 107. Schramm FR, Kottow M. Principios bioéticos en salud pública: limitaciones y propuestas. *Cad Saude Publica* 2001; 17: 949-56.
 108. Connett P. Water fluoridation a public health hazard. *Int J Occup Environ Health* 2006; 12: 88-91.
 109. Gibson SL, Gibson RG. Water fluoridation. Clearer evidence of benefits and risks is needed. *BMJ* 2001; 322: 1487-8.
 110. Kottow M. Bioética y salud pública. En: Kottow M, ed. Bioética en salud pública. Santiago: Editorial Puerto de Palos, 2005; 143-71.
 111. Connett P. Scientific evidence fails to support fluoridation of public water supplies. *Int J*

- Occup Environ Health 2005; 11: 215-6.
112. Pollick H. Water Fluoridation and the environment: current perspective in the United States. *Int J Occup Environ Health* 2004; 10: 343-50.
 113. Pollick HE. Concerns about water fluoridation, IQ, and osteosarcoma lack credible evidence. *Int J Occup Environ Health* 2006; 12: 91-4.
 114. Pollick H. Scientific evidence continues to support fluoridation of public water supplies. *Int J Occup Environ Health* 2005; 11: 322-6.
 115. Hillier S, Inskip H, Coggon D, Cooper C. Water fluoridation and osteoporotic fracture. *Commun Dent Health* 1996;13 (suppl 2):63S8.
 116. Bassin E, Wypij D, Davis R, Mittleman M. Age-specific Fluoride Exposure in Drinking Water and Osteosarcoma (United States). *Cancer Causes Control* 2006; 17: 421-8.
 117. Avebury L. Fluoridation and individual freedom. *Br Dent J* 1984; 156: 277.
 118. Corral SE, Moreno SR, Pérez GG, Ojeda BM, Valenzuela GH, Reascos MM, et al. Defectos congénitos cráneo-encefálicos: variedades y respuesta a la fortificación de la harina con ácido fólico. *Rev Méd Chil* 2006; 134: 1129-34.
 119. Vargas E; Chiang J (1986): "Flúor en el agua potable y pastas dentífricas"; Tesis para optar al título de Químico-Farmacéutico; Facultad de Medicina, Escuela de Química y Farmacia, Universidad de Valparaíso.
 120. Aguas del Valle. Nivel de cobertura de agua potable en la Región de Valparaíso. <http://portal.aguasdellvalle.cl/preguntas-frecuentes/>
 121. <http://chilenos-libres-del-fluor.globered.com/categoria.asp?idcat=22>. Consultado el 10 de noviembre 2015.
 122. Whitehead M. The concepts and principles of equity and health. Washington, D.C.: Pan American Health Organization; 1991. (Reprint series No. 9).
 123. Alleyne GAO. Equity and health. Presented at the XI World Congress of Psychiatry, Hamburg, Germany, 1999.
 124. Harper S, Lynch J (2010). Methods for Measuring Cancer Disparities: Using Data Relevant to Healthy People 2010 Cancer-Related Objectives Table of Contents.
 125. Sen, A. (2002), Why health equity?. *Health Econ.*, 11: 659–666. doi: 10.1002/hec.762
 126. Carr-Hill R., Chalmers-Dixon P., The public health observatory handbook of health inequalities measurement. Centre for Health Economics, University of York. Sepho 2005. ISBN: 0-9542971-2-1
 127. Gwatkin, D. R. (2000). Health inequalities and the health of the poor: what do we know? What can we do? *Bulletin of the World Health Organization*, 78(1), 3–18.
 128. Wilkinson RG (1997) Health inequalities: relative or absolute material standards? *BMJ* 314:591–595. . (Reprinted in: *Income inequality and health*. loc cit.).
 129. Putnam, R. (2001). Social capital: Measurement and consequences. *Canadian Journal of Policy Research*, 2(1), 41-51.
 130. Putnam, R. D. (1995). Bowling alone: America's declining social capital. *Journal of democracy*, 6(1), 65-78.
 131. Coleman, J. S., Campbell, E. Q., Hobson, C. J., McPartland, J., Mood, A. M., Weinfeld, F. D., & York, R. (1966). Equality of educational opportunity. *Washington, dc*, 1066-5684.
 132. Kawachi, I., Kennedy, B. P., Lochner, K., & Prothrow-Stith, D. (1997). Social capital, income inequality, and mortality. *American Journal of Public Health*, 87(9), 1491–1498.
 133. Krieger N. Glosario de epidemiología social. *Bol Epidemiol (Wash)*. 2002;23:11.
 134. Evans T, Whitehead M, Diderichsen F, Bhuiya A, Wirth M. Challenging inequities in health: From ethics to action. 2001.
 135. Mackenbach JP , Kunst AE. Measuring the magnitude of socio-economic inequalities in health: an overview of available measures illustrated with two examples from Europe. *Soc Sci Med* 1997;44:757–771.
 136. Wagstaff A, Paci P, Van Doorslaer E. On the measurement of inequalities in health. *Soc Sci Med* 1991;33:545–557.
 137. Schneider, M. C., Castillo-Salgado, C., Bacallao, J., Loyola, E., Mujica, O. J., Vidaurre, M., & Roca, A. (2002). Métodos de medición de las desigualdades de salud.
 138. Bonnefoy J, Morgan A, Kelly MP, Butt J, Bergman V, Tugwell WP, et al (2007). Constructing the evidence base on the social determinants of health: A guide Authors.

139. Oakes JM, Kaufman J (2006). Measuring health Inequalities. In: *Methods in Social Epidemiology*. Jossey-Bass; 1 edition; page 504.
140. Borrell C, Rué M, I Pasarín M, Benach J, E Kunst A (2000). The measurement of inequalities in health. *Gac Sanit*; 14(Suplemento 3):20–33.
141. Espinoza I., Inequidades en caries y pérdida dentaria en adultos de Chile 2007-2008. Medición de las desigualdades sociales e influencia del contexto desde la perspectiva de los determinantes sociales de la salud. (adscrito a Proyecto FONDECYT 1070431). Tesis para optar al grado de Doctora en Salud Pública. Escuela de Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de Chile, 2015.
142. Harper S. y Lynch J. Methods for measuring Cancer Disparities: A review using data relevant to healthy people 2010 cancer related objectives. Choosing a suite of health disparity indicators. *Cancer Surveillance Monograph Series*. 2005. Editorial: National Cancer Institute, US National Institute of Health: Bethesda. Páginas:61:63
143. Preston S., Haines M and Pamuk E. (1981) Effects of industrialization and urbanization on mortality in development countries, in *International Union for the scientific Study of population* (ed) *International population Conference, Manila 1981: Solicited papers*, Leige: Ordina Editions, pp 233-54.
144. Regidor, E. (2004). Measures of health inequalities: part 2. *Journal of epidemiology and community health*, 58(11), 900-903.
145. Regidor, E. (2004). Measures of health inequalities: part 1. *Journal of epidemiology and community health*, 58(11), 858-861.
146. Restrepo H, Málaga H. (2001). Inequidades en Salud: Como estudiarlas. En: Restrepo H., Málaga H, Promoción de la salud: Cómo construir vida saludable. 1ª Edición. *Editorial Médica Panamericana*.
147. CASEN 2009. Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional. Ministerio de Planificación.
148. Cabello R, Aranda W, Muñoz A, Gamonal J. «Disparities in the distribution of dental caries among adolescent in the Metropolitan Region of Chile.» *Caries Res*, 2008: 42:202.
149. Aguilar R., Patricia; (2001). Validación del método potenciómetro por ión selectivo para la determinación de flúor en sal, agua y orina. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, enero-junio, 21-23.
150. Orion Research Incorporated Access Denial Message Placeholder *Anal. Chem.*, 1982, 54 (1), pp 7A–7A DOI: 10.1021/ac00238a704 Publication Date: January 1982
151. Yoder, K. M., Mabelya, L., Robison, V. A., Dunipace, A. J., Brizendine, E. J., & Stookey, G. K. (1998). Severe dental fluorosis in a Tanzanian population consuming water with negligible fluoride concentration. *Community dentistry and oral epidemiology*, 26(6), 382-393.
152. Jaffe, M. Z. (1886). Methods determining creatinine. *Physiol Chem*, 10, 39-40.
153. Bartels H, y Bohner M. *Clin.Cim.Acta*.32:81 (1971).
154. Perera I, Ekanayake L (2010) Conventional Versus Asset Approaches: Comparative Appraisal of Socioeconomic Indicators for Oral Health Research Among Adolescents in a Developing Country. *Asia-Pacific Journal of Public Health* 22(4) 407 –414.
155. Paraje G, Vásquez F (2012). Health equity in an unequal country: the use of medical services in Chile. *International Journal for Equity in Health*, 11:81, páginas 1-16.
156. Cortes C., Efecto modulador del fluoruro del agua potable en la inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad. Trabajo de investigación para optar al título de cirujano dentista. Escuela de Odontología. Facultad de Odontología. Universidad de Chile 2015.
157. Departamento de estadísticas e información en salud (2014) Registro Estadístico Mensual (REM) Servicio de Salud Valparaíso San Antonio. MINSAL, 2014
158. Monsalves, M. J. (2012). La odontología que vivimos y no queremos: una crítica al escenario actual. *Rev Chil Salud Pública*, 16(2), 241-246.
159. Matesanz, P., Figuero, E., Giménez, M. J., Aguilar, L., Llor, C., Prieto, J., & Bascones, A. (2005). Del conocimiento de la etiología bacteriana al tratamiento y la prevención de las infecciones más prevalentes en la comunidad: las infecciones odontogénicas. *Rev Esp Quimioterap*, 18(2), 136-145.

160. Martínez, E. R., Suárez, M. C., Feito, R. S., & González, J. F. (2006). Técnicas de diagnóstico de la caries dental. Descripción, indicaciones y valoración de su rendimiento. *Bol Pediatr*, 46, 23-31.
161. Zeif, T. (1997). *Cariología: Prevención, diagnóstico y tratamiento contemporáneo de la caries dental*. Bogotá: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica.
162. Contreras Adolfo. La promoción de la salud bucal como una estrategia para el desarrollo de la salud pública: una oportunidad para la profesión y para el país. *Biomédica*. 2013 Mar; 33(1): 187-190.
163. Perera I, Ekanayake L (2010) Conventional Versus Asset Approaches: Comparative Appraisal of Socioeconomic Indicators for Oral Health Research Among Adolescents in a Developing Country. *Asia-Pacific Journal of Public Health* 22(4) 407 –414.
164. Instituto Nacional de Estadística (INE) (2014) Anuario de Estadísticas Vitales Periodo de información 2012.
165. Cleland JG, Van Ginneken JK (1988), Maternal education and child survival in developing countries: The search for pathways of influence *Social Science & Medicine*, Volume 27, Issue 12, Pages 1357-1368.
166. Armar-Klemesu M, Ruel MT, Maxwell DG, Levin CE, Morris SS (2000). Poor maternal schooling is the main constraint to good child care practices in Accra. *J Nutr*. Jun;130(6):1597-607.
167. Geyer S, Hemstrom O, Peter R, Vagero D (2006). Education, income, and occupational class cannot be used interchangeably in social epidemiology. Empirical evidence against a common practice. *J Epidemiol Community Health*;60:804–810
168. Geyer S, Peter R. Income, occupational position, qualification and health inequalities-comparing risks? (Comparing indicators of social status) *J Epidemiol Community Health*. 2000;54:299-305.
169. Galobardes B, Shaw M, Lawlor D a, Lynch JW, Davey Smith G (2006). Indicators of socioeconomic position (part 1). *J Epidemiol Community Health*; 60:95–101.
170. Braveman PA, Cubbin C, Egerter S, et al (2005). Socioeconomic status in health research: one size does not fit them all. *JAMA*.;294:2879-2888.

12. ANEXO 1



FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE CHILE

COMITÉ ÉTICO
CIENTÍFICO

ACTA DE APROBACION DE PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

Ed 27/08/2014

Dra. MA.Torres Pdte./ Srta. K. Lagos Secr/ Dr. E.Rodríguez/ Dra. X.Lee / Dra. B.Urzúa/ Srta. A.Herrera/ /Srta. MICornejo

ACTA N°:3

1. Acta De Aprobación De Protocolo De Estudio N° 2014/06
2. Miembros del Comité Ético-Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile participantes en la aprobación del Proyecto:

Dra. M^a Angélica Torres V
Presidente CEC

Srta. Karin Lagos
Secretaria CEC

Dr. Eduardo Rodríguez Y.
Miembro permanente del CEC

Dra. Blanca Urzúa
Miembro permanente del CEC

Srta. Ma. Isabel Cornejo
Miembro permanente del CEC

Dra. Ximena Lee .
Miembro permanente del CEC

Srta. Andrea Herrera
Miembro permanente del CEC

3. **Fecha d Aprobación:** 07/08/2014
4. **Título completo del proyecto:** "Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada". Proyecto FIOUCh 2013Versión 18/07/2014
5. **Investigador responsable:** Dr. Rodrigo Cabello Ibacache
6. **Institución Patrocinante:** Facultad de Odontología. U. de Chile.
7. **Documentación Revisada:**
 - Formulario de Proyecto FIOUCh 2013: "Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada". Versión 18/07/2014
 - Consentimiento Informado (CI) para padres y/o tutores VERSION DEL 18/07/2014, del Proyecto "Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada". Versión 18/07/2014
 - Asentimiento Informado (CI) para adolescentes VERSION DEL 18/07/2014, del Proyecto "Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años

de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada".
Versión 18/07/2014

- Currículo del investigador responsable: Dr. Rodrigo Cabello Ibacache
- Nómina de los coinvestigadores y colaboradores directos de la investigación: Dr. Gonzalo Rodríguez Martínez (IA) e Ismael Yévenes López (Coi)

□

7.- Carácter de la población:

La población de estudio está constituida por los adolescentes de 12 años de edad que habitan en las comuna de Concepción en la Región del Biobío (comunidad sin fluoruración artificial en el agua potable) y los adolescentes de 12 años de edad que habitan en la comuna de Valparaíso en la Región de Valparaíso (comunidad con fluoruración artificial en el agua potable).

Dado que en Chile existe una alta cobertura de la enseñanza escolar básica, se analizará una muestra de 280 individuos que asisten a los colegios en la cada una de las comunas de Concepción y de Valparaíso. Muestra total de 560 individuos.

8.- Fundamentación de la aprobación

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta que la prevalencia de caries ha disminuido en el tiempo entre los niños de la mayoría de los países industrializados (Peterson, 2003), cambio que puede ser atribuido al aumento del uso de fluoruros, mejoras en la higiene oral y una disminución en la frecuencia del consumo de azúcares (Koning, 1990). La caries dental es una enfermedad infecciosa crónica y multifactorial. Los niños muestran un elevado número de dientes afectados, cuyas lesiones no son tratadas y en nuestro país, la caries dental tiene el carácter de epidemia. Además, otros estudios realizados en Chile han mostrado significativas diferencias en las prevalencias de Caries entre individuos de distinta condición urbano rural y entre los diversos niveles socioeconómicos. Dada la inequidad de la distribución de caries en la población de 12 años de Chile, que afecta principalmente a aquellos individuos de nivel socioeconómico más bajo, este estudio pretende elucidar la influencia de la fluorurización del agua en la distribución de la caries dental en niños de 12 años de edad de comunidades con agua fluorurada y comunidades sin agua fluorurada, presentando así un precedente concreto del efecto de esta política sanitaria y decidir sobre si es recomendable los individuos de nivel socioeconómico más bajo, este estudio pretende elucidar la influencia de la fluorurización del agua potable, como es la Región del Biobío. El diseño de esta investigación se ajusta a las normas de Investigación en Seres Humanos, los antecedentes curriculares del Investigador Principal garantizan la ejecución de este proyecto dentro de los marcos éticamente aceptables. Se garantiza el derecho a la privacidad y al anonimato de los sujetos de investigación y la razón riesgo/beneficio fue estimada aceptable. Se han presentado formularios de Consentimiento informado para tutores y Asentimiento que cumplen con los requisitos exigidos.

En consecuencia, el Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, Aprueba por unanimidad de sus miembros el estudio: "Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada". Proyecto FIOUCh 2013 Versión 18/07/2014; bajo la conducción del Dr. Rodrigo Cabello Ibacache del Depto. Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología, Universidad de Chile.

El Dr. Rodrigo Cabello ha asumido el compromiso de enviar a este Comité las respectivas cartas de compromiso de los Directores de los Colegios reclutados en cada comuna en el estudio, así como los documentos correspondientes a la encuesta a realizar en los estudiantes. El Comité recabará información a partir de los tres meses venideros para determinar si los documentos faltantes han sido enviados para su evaluación.

Una vez finalizado el estudio el comité deberá ser informado de los resultados mediante carta formal o envío electrónico del informe final. Este Comité se reserva el derecho de monitorear este proyecto si lo considera necesario y el investigador deberá, bajo mutuo acuerdo, presentar los antecedentes solicitados.



Dra. María Angélica Torres V.
Presidenta CEC-Fouch

C/C.
Investigador Principal.
Secretaría C.E.C.



ANEXO 2

CARTA DE APROBACIÓN DE COMITÉ DE BIOSEGURIDAD



Comité Institucional de Bioseguridad
Administración Conjunta Campus Norte
FDO N°47

Santiago, 11 de Agosto de 2014.

C E R T I F I C A D O

El Comité Institucional de Bioseguridad (CIB) ha analizado el Proyecto de Investigación PRI-ODO 2014, titulado "**Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorada y otra sin agua fluorada**". El Investigador Responsable de este proyecto es el Prof. Rodrigo Cabello Ibacache, Académico del Departamento de Odontología Restauradora.

Los análisis de medición de flúor en muestras de orina provenientes de los voluntarios se realizarán en el laboratorio de NanoBiomateriales de la Facultad de Odontología, Universidad de Chile.

El CIB certifica que la Clínica y la Facultad mencionada anteriormente, cuenta con las facilidades para el manejo y desecho del material biológico y químico a utilizar en el proyecto de acuerdo al Manual de Bioseguridad, Conicyt 2008. Además, el investigador se compromete a velar por el cumplimiento de las normas de bioseguridad, durante el desarrollo del proyecto.

Se extiende el presente certificado a solicitud del Prof. Cabello para ser presentado a la Dirección de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Dr. Mario Chiong
Secretario

Dra. Carla Lozano M.
Presidenta

ANEXO 3

CONSENTIMIENTO INFORMADO DIRIGIDO A LOS PADRES O TUTORES DE LOS ADOLESCENTES (edición Julio 2014)

Proyecto de investigación: “Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada”

Este estudio es dirigido por la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, ubicada en Sergio Livingstone 943, de la comuna de Independencia en Santiago. El objetivo es establecer diferencias en la inequidad de la distribución de lesiones de caries dental en poblaciones de 12 años de edad entre una comunidad con agua fluorurada y otra comunidad sin flúor en el agua. En este estudio podrán participar todos los adolescentes de 12 años de edad seleccionados en la muestra. La participación de su hijo (a) permitirá conocer mejor los efectos de los fluoruros en el agua potable en la población de nuestro país. La participación es totalmente voluntaria, no se recibe dinero por participación y una vez aceptada la inclusión en el estudio se puede retractar y retirar sin consecuencia absoluta. Los riesgos de la participación, dado los procedimientos, son muy bajos y se pueden controlar. Quienes participen del estudio serán examinados en el colegio y se le solicitará una muestra de orina (para lo cual se le entregarán todos los insumos necesarios, así como también las instrucciones pertinentes y cuidado de tu privacidad). Se realizarán algunas preguntas para determinar aspectos relacionados con el nivel socioeconómico. La información recolectada no estará identificada, por lo tanto será información anónima y los resultados serán utilizados estrictamente para el cumplimiento del objetivo del estudio. Si presentas problemas de salud bucal recibirás un informe y recomendaciones para resolver los posibles problemas. Se te enseñará cómo cuidar mejor de tu salud bucal. Cualquier consulta del proyecto por favor contactar a Dr. Rodrigo Cabello Ibacache (rcabello@odontología.uchile.cl) al teléfono 2- 9781742. Este trabajo ha sido aprobado por el comité de ética de la Facultad de Odontología de la

Universidad de Chile que es presidido por la Dra. María Angélica Torres (vrodrigu@odontología.uchile.cl). Este documento ha sido editado en Julio 2014.

Yo.....
estoy dispuesto a que mi hijo(a) o pupilo(a)pueda participar en el estudio. He leído la información descrita y mis preguntas acerca del estudio han sido respondidas satisfactoriamente. Al firmar esta copia, indico que tengo un entendimiento claro del proyecto.

Firma.....

Al representante del sujeto de investigación he entregado información sobre el estudio, y en mi opinión esta información es precisa y suficiente para que el sujeto entienda completamente la naturaleza, los riesgos y beneficios del estudio, y los derechos que tiene en tanto sujeto de investigación. No ha existido coerción ni ha actuado bajo influencia alguna.

Nombre del Investigador que toma el CI: _____

Firma: _____ Fecha: _____

Nombre del Investigador Principal: _____

Firma _____ Fecha: _____

Nombre del Director Del Establecimiento: _____

Firma: _____ Fecha: _____

ANEXO 4



Version 18-julio-2014

ASENTIMIENTO INFORMADO DIRIGIDO A LOS ADOLESCENTES DE 12 AÑOS (Edición Julio 2014)

Proyecto de investigación: "Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada"

Este estudio es de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, ubicada en Sergio Livingstone 943, de la comuna de Independencia en Santiago. El objetivo es establecer diferencias en la inequidad de la distribución de lesiones de caries dental en los adolescentes de 12 años de edad entre una comunidad con agua fluorurada y otra comunidad sin flúor en el agua. En este estudio podrán participar todos los adolescentes de 12 años de edad seleccionados que sus padres o tutores hayan autorizado su participación. Tú participación permitirá conocer mejor los efectos del flúor en el agua potable en nuestro país. Tú participación es totalmente voluntaria, no se recibe dinero por participación y una vez que aceptas te puedes retractar y retirar sin consecuencia absoluta. Los riesgos de la participación, dado los que haremos, son muy bajos y se pueden controlar. Quienes participen del estudio serán examinados en el colegio y se le solicitará una muestra de orina (para lo cual se le entregaran todos los insumos necesarios, así como también las instrucciones pertinentes y cuidado de tu privacidad). Se realizaran algunas preguntas para determinar aspectos relacionados con el nivel socioeconómico. La información recolectada no estará identificada, por lo tanto será información anónima y los resultados serán utilizados estrictamente para el cumplimiento del objetivo del estudio. Si presentas problemas de salud bucal recibirás un informe y recomendaciones para resolver los posibles problemas. Se te enseñara como cuidar mejor de tu salud bucal. Cualquier consulta del proyecto por favor contactar a Dr. Rodrigo Cabello Ibacache (rcabello@odontologia.uchile.cl) al teléfono 2- 9781742. Este trabajo ha sido aprobado por el comité de ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile que es presidido por la Dra. María Angélica Torres (vrodriugu@odontologia.uchile.cl). Este documento ha sido editado en Julio 2014.

Yo estoy dispuesto a participar en el estudio. He leído la información descrita y mis preguntas acerca del estudio han sido respondidas satisfactoriamente. Al firmar esta copia, indico que tengo un entendimiento claro del proyecto.

Firma

.....

Nombre del Investigador que toma el CI	Firma	Fecha
----------------------------------------	-------	-------

Nombre del Investigador Principal	Firma	Fecha
-----------------------------------	-------	-------

Nombre del Director Del Establecimiento	Firma	Fecha
-----------------------------------------	-------	-------



ANEXO 5

Cuestionario Nivel Socio Económico

Estimado apoderado:

Con el objetivo de conocer características sociales y económicas importantes para los resultados de este estudio, le pedimos por favor responder el siguiente cuestionario.

Aclaremos que las respuestas que usted nos entregue serán de carácter confidencial y que no serán utilizadas para cualquier otra finalidad que no sea la de cumplir con los objetivos del presente estudio.

Muchas gracias.

Preguntas

- 1) Fecha de nacimiento:

- 2) Sexo:

- 3) ¿Cuál fue el último nivel aprobado por el padre o la madre del niño(a) en la escuela? (Marque con una x según corresponda):

Nivel de estudios	Padre	Madre
Sin estudios		
Básica o Primaria Incompleta		
Básica o Primaria Completa		
Media o Secundaria Incompleta		
Media o Secundaria Completa		
Nivel Técnico incompleto		
Universitario incompleto o Técnico Completo		

Universitario Completo		
Postgrado		
Lo ignora		

- 4) Lugar de nacimiento o Región de procedencia:
- 5) Tiempo residiendo en la ciudad:
- 6) Ocupación:
- 7) Su núcleo familiar tiene en funcionamiento (responder SI/NO)
- a) vehículo (automóvil o similar)
 - b) lavadora automática
 - c) refrigerador
 - d) calefont
 - e) teléfono fijo
 - f) conexión a TV cable/TV satelital/digital
 - g) computadores en uso y funcionamiento (PC o notebook)
 - h) conexión a internet
- 8) ¿Cuál es el rango aproximado de ingresos mensuales que percibe el hogar en su conjunto:
- a) \$215.000 o menos
 - b) \$215.001 a 350.000
 - c) \$350.001 a 560.000
 - d) \$560.001 a 1.000.000
 - e) Más de un millón
- 9) ¿Cuántas personas viven en su hogar?

ANEXO 6

Protocolo para la inspección visual de las superficies dentarias.

Con el fin de utilizar los criterios ICDAS en la práctica clínica las siguientes condiciones son esenciales para permitir a los examinadores evaluar cada uno de los códigos de caries con precisión:



- Pídale al paciente que retire de su boca las prótesis removibles, en caso de que fuese portador de prótesis.
- Iluminación del campo operatorio
- Remueva la placa bacteriana de las superficies lisas y oclusales por medio de un cepillo dental y lave la zona con jeringa triple.



- Remueva las manchas superficiales y el cálculo dental de las superficies dentarias



- Para controlar la humedad:
 1. Ubique rollos de algodón en los carrillos
 2. Aplique aire para remover el exceso de saliva.

Hacer examen visual de la superficie húmeda:



1. Inicie desde el cuadrante superior derecho del paciente.
2. Prosiga con la orientación de las manecillas del reloj.
3. Inicialmente el examen visual se realiza con las superficies húmedas.



- Secar con jeringa triple por 5 segundos para realizar el examen visual. Utilice una sonda para inspeccionar suavemente la pérdida de la integridad estructural del esmalte y la dentina.

ANEXO 7

Ficha Clínica
FIOUCH 13-016

Fecha	Folio	Examinador

Nombre	Sexo	Fecha de Nacimiento	Edad

Grupo Étnico	Establecimiento	Peso

Examen Dentario

Superficie

Superior
Derecha

Superior
Izquierda

	18	17	16	55	54	53	52	51	61	62	63	64	65	26	27	28
M																
O																
B																
D																
P																
☀																

Superficie

Inferior
Derecha

Inferior
Izquierda

	48	47	46	85	84	83	82	81	71	72	73	74	75	36	37	38
M																
O																
B																
D																
L																
☀																

Códigos (Se debe usar código de dos dígitos)

Código de restauración y sellante		Código de caries de esmalte y dentina		Código de diente ausente	
0	No restaurado ni sellado	0	Superficie dentaria sana	97	Diente extraído por caries
1	Sellante parcial	1	Cambio visual Inicial de esmalte	98	Diente ausente por otras razones
2	Sellante total	2	Cambio visual distintivo en esmalte	99	Diente sin erupcionar
3	Restauración diente teñida	3	Pérdida de esmalte sin dentina visible		
4	Restauración de amalgama	4	Sombra subyacente desde dentina no cavitada		
5	Corona de acero	5	Cavidad distintiva con dentina expuesta		
6	Porcelana, oro, corona PFM o carilla	6	Extensa cavidad con dentina expuesta		
7	Restauración desalojada				
8	Restauración temporal				

Observaciones:

Anexo 8

Instructivo toma de muestras padres

El cumplimiento de este instructivo es vital para el desarrollo de la investigación.

Protocolo toma de muestra de orina Adolescentes muestra matinal

1. Se debe tomar una muestra de la primera orina del menor en la mañana, y debe estar en ayuno.
2. En caso de ser necesario puede ayudar al menor a recolectar la muestra utilizando los elementos de bioseguridad entregados. (guantes y mascarillas).
3. La orina debe ser recolectada en un recipiente limpio, pastico y de tapa rosca el cual será entregado en forma previa (envase más pequeño, 250 ml).
4. El recipiente que sea utilizado para la toma de muestra debe venir correctamente rotulado con el nombre del menor desde su hogar.
5. El recipiente con orina debe ser guardado en una bolsa plástica con cierre hermético y asegurarse que el menor lo lleve al establecimiento educacional el mismo día a primera hora.

Guardar ambos recipientes plásticos en la bolsa plástica grande que será entregada con el nombre del alumno.

Anexo 9

Instructivo toma de muestras adolescentes

Protocolo toma de muestra de orina Adolescentes muestra matinal

1. Se debe tomar una muestra de la primera orina de la mañana, en ayuno.
2. Utilizar elementos de bioseguridad entregados para recoger la orina. (guantes y mascarillas).
3. La orina se junta en un recipiente limpio, pastico y de tapa rosca entregado previamente (envase más pequeño).
4. El recipiente que utilizará estará rotulado.
5. El envase con orina se debe guardar en una bolsa plástica con cierre hermético y llevarlo el mismo día.

Guardar ambos recipientes plásticos en bolsa plástica grande entregada con su nombre.