

Consumo de água fluoretada por crianças mexicanas e sua relação com a presença de cárie e fluorose dentária.

Edgardo Osorio Cuvas¹ , Isaac Misael Lucas Gómez² , Jesús Alejandro Ruiz Valencia³ ,
Laura Cristina Vargas López⁴ .

Resumo: **Introdução.** A cárie e a fluorose dentária são um problema de saúde pública, sua relação com os níveis de fluoreto consumidos deve ser analisada e reportada. **Objetivo.** Analisar os níveis de fluoreto na água consumida por crianças em idade escolar. A partir dos resultados obtidos, estabelecer sua relação com a prevalência e severidade de fluorose e cárie dentária. **Material e métodos.** Foram coletadas em total 52 amostras de quatro fontes diferentes de água. A prevalência e severidade de fluorose foram determinadas mediante o índice de Dean e o ICDAS foi utilizado para identificar a cárie, que posteriormente foi classificada conforme sua profundidade, em 64 crianças. Realizou-se estatística descritiva e multivariada. **Resultados.** Os valores mais altos de fluoretos em água foram os obtidos na água de poço com 1,63 ppm, seguida pela água de nascente com 1,47 ppm. Foram encontradas as seguintes relações: a) quando uma criança relata não beber água de uma purificadora, isso está associado à presença de fluorose e cárie, b) nas crianças que não bebem água de nascente nem da torneira, mas sim da purificadora, a fluorose e a cárie estão ausentes. **Conclusões.** Os níveis de fluoreto na água de nascente e da torneira ultrapassaram os limites permitidos e seu consumo se relaciona com a presença de fluorose e cárie.

Palavras-chave: Cárie dentária, fluorose, México, odontopediatria, saúde pública.

Consumo de agua fluorada por niños mexicanos y su relación con la presencia de caries y fluorosis dental.

Resumen: **Introducción.** La caries y la fluorosis dental son un problema de salud pública, su relación con los niveles de fluoruro que se consumen deben de ser analizados y reportados. **Objetivo.** Analizar los niveles de fluoruro en el agua que consumen niños en edad escolar. A partir de los resultados obtenidos establecer su relación con la prevalencia y severidad de fluorosis y caries dental. **Material y métodos.** Se tomaron en total 52 pruebas de cuatro diferentes fuentes de agua. Se determinó la prevalencia y severidad de fluorosis mediante el índice de Dean y se utilizó ICDAS para identificar la caries, que posteriormente se clasificó según su profundidad a 64 niños. Se realizó estadística descriptiva y multivariada. **Resultados.** Los valores más altos de fluoruros en agua fueron los obtenidos en el agua de pozo con 1,63 ppm, seguido por el agua de manantial con 1,47 ppm. Se encontraron las siguientes relaciones: a) cuando un niño refiere no tomar agua de una purificadora esto se relaciona con la presencia de fluorosis y caries, b) en los niños que no toma agua del manantial ni de la llave, pero si toma agua de la purificadora, la fluorosis y la caries están ausentes. **Conclusiones.** Los niveles de fluoruros en el agua de manantial y de la llave rebasaron los límites permitidos y su consumo se relaciona con la presencia de fluorosis y caries.

Palabras clave: Caries dental, fluorosis, México, odontopediatría, salud pública.

¹ Licenciado en Odontología. Práctica privada. Metepec, México.

² Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, México.

³ Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

⁴ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, San Juan Tilcuautila, México.

Fluoridated Water Consumption by Mexican Children and Its Relation with the Presence of Caries and Dental Fluorosis.

Abstract: Introduction. Caries and dental fluorosis represent a public health problem; their relation with the fluoride levels consumed must be analyzed and reported. **Objective.** To analyze the levels of fluoride in the water consumed by school-age children. From the obtained results, to establish its relation with the prevalence and severity of fluorosis and dental caries. **Materials and methods.** A total of 52 samples were collected from four different water sources. The prevalence and severity of fluorosis were determined through the Dean index, and the ICDAS was used for the classification according to depth in 64 children. A descriptive and multivariate statistical study was conducted. **Results.** The highest values of fluorides in water were those obtained in well water with 1.63 ppm, followed by spring water with 1.47 ppm. The following relations were found: (a) when the child mentions not drinking water from a purification plant, this is related to the presence of caries and fluorosis; (b) in children who do not drink from a spring or the faucet, but they drink purified water, fluorosis and caries are absent. **Conclusions.** The levels of fluorides in spring and tap water exceeded the permitted limits, and their consumption is related to the presence of fluorosis and caries.

Key words: Dental caries, fluorosis, Mexico, pediatric dentistry, public health.

Introdução

Em todo o mundo, os problemas de saúde bucal são particularmente frequentes entre as crianças de baixos recursos devido ao fato de que, em muitos países, as mesmas carecem de atenção à saúde bucal.¹

Embora o fluoreto seja considerado um excelente protetor contra a cárie, o seu consumo excessivo pelo ser humano pode gerar: fluorose dentária e óssea, distúrbios gastrointestinais e disfunção renal.² Da mesma forma, a ingestão de fluoreto por períodos prolongados durante a formação do esmalte dentário produz alterações clínicas como a aparição de linhas brancas muito finas e defeitos estruturais graves. A severidade das alterações depende da quantidade e do período de exposição do fluoreto ingerido.³

A exposição sistemática da população ao flúor mediante sua adição à água potável foi documentada como uma forma eficaz,

segura e econômica na prevenção da cárie (bem como a fluoração do sal e do leite).^{1,4} No entanto, a falta de água potável leva habitantes de comunidades principalmente rurais a consumir água de diversas fontes naturais, as quais não têm seus níveis de íons controlados.

Embora a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomende que a concentração de íons de flúor em água potável deve ser de 0,5 a 1,0ppm,⁵ a Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994⁶ e a NOM-179-SSA-2020⁷ apontam que a concentração ótima de fluoreto em água potável deve ser idealmente de 1,5mg/L, e que a frequência de monitoramento deve ser mensal para fontes de abastecimento superficiais e semestral para fontes de abastecimento subterrâneas. Caso os parâmetros ultrapassem 10% do limite permitido, o tratamento correspondente para a sua remoção deverá ser realizado.

No México, a prevalência de fluorose na população varia. Foi constatado que a prevalência vai de 15,5% a 81,7% em

áreas onde o nível de fluoreto é ótimo, no entanto em zonas com níveis acima dos permitidos a prevalência aumenta, sendo registrada entre 92% e 100%.⁸ Além disso, foi documentada a existência de algumas zonas geográficas com casos de hidrofluorose endêmica muito acentuada^{9,10} principalmente nos estados do norte e centro do país, entre os quais se destacam Chihuahua,¹¹ Durango¹² e Aguascalientes.² No estado de Hidalgo foram reportadas prevalências entre 68% e 78%, em regiões com níveis de fluoretos na água maiores que o permitido.

A composição da água subterrânea é determinada sobretudo pelo tempo que permanece no aquífero e pelas características dos materiais por onde circula, bem como pela presença de íons.¹⁴ Quando a água atravessa os solos por percolação dissolve diversos compostos, entre eles os de flúor, o que resulta em concentrações de fluoreto nos aquíferos, que aumentam na presença de cério, lítio, cloro, bromo e em águas termais e subterrâneas.¹⁵

A Secretaria de Saúde do México recomenda que a população não utilize sal fluorurado em zonas onde a concentração de fluoreto na água ultrapassa o limite estabelecido.^{7,16} Considerando a falta de informação publicada sobre a presença de fluoretos na água extraída do subsolo desta zona geográfica, decidimos realizar o presente estudo no município de Metepec, no Estado de Hidalgo, onde a população consome água proveniente

de quatro diferentes fontes: nascentes, captações (torneiras) de água e de dois estabelecimentos (purificadoras) de água. Diante do exposto, nosso objetivo é responder à seguinte pergunta: Qual é a relação entre a presença de cárie e fluorose e o nível de íons de flúor na água consumida pelas crianças da comunidade de La Victoria no município de Metepec, Hidalgo?

Materiais e métodos

Foi realizado um desenho de estudo correlacional, transversal e não-experimental. Com a finalidade de descrever em detalhes e de forma ordenada a metodologia utilizada, a seguir iniciaremos descrevendo a população na qual a pesquisa foi realizada, para posteriormente apresentar as 2 etapas nas quais esta se divide.

População e hidrografia da localidade

O município de Metepec representa 0,4% da população estatal e dentro do mesmo está localizada a comunidade de La Victoria, pertencente à entidade federativa de Hidalgo, México, e conta com 556 habitantes. Esta comunidade conta com um centro de saúde e um consultório odontológico. Possui uma telesecundária*, uma escola de ensino fundamental e um pré-escolar, todos com financiamento público. As línguas indígenas mais frequentes são o otomí e o náhuatl.¹⁷

*NT. Uma telesecundária é uma modalidade escolar mexicana caracterizada pelo uso de livros didáticos gratuitos, juntamente com materiais complementares impressos, audiovisuais e de TI. Essas escolas estão localizadas principalmente em comunidades rurais e cidades pequenas em todo o país.

A localidade conta com um abastecimento de água encanada composta por uma rede de tubulações em toda a localidade, sendo sua principal fonte de abastecimento a água encanada (com tubulação de policloreto de vinila clorado - PVC) procedente do poço. Existem ainda duas purificadoras de água (comércios que se dedicam à venda de água potável, geralmente em garrações de 20 litros) na comunidade e um pequeno aquífero.¹⁷

Primeira etapa

Numa primeira etapa realizou-se uma amostragem periódica dos quatro principais locais de consumo de água utilizados pela população da comunidade: a nascente ou tubulações, o riacho, a purificadora 1 e a purificadora 2 (Figura 1).

Os níveis de fluoreto na água foram medidos com um colorímetro de fluoreto de baixo alcance da marca Hanna adquirido especificamente para este projeto, o qual

utiliza o método SPADNS da *American Chemical Society*.¹⁸ O princípio deste método se baseia na reação entre os íons fluoreto e o complexo colorido de zirconilo-SPADNS. Este método cobre a determinação de fluoretos em um intervalo de 0 mg/L a 1,4 mg/L. Ao aumentar o conteúdo de fluoreto, a intensidade da cor diminui, sendo portanto a absorção inversamente proporcional à concentração de fluoretos.¹⁸ Os resultados são apresentados em mg/L (ppm) de fluoreto.

Segunda etapa

A coleta de dados foi realizada na escola de ensino fundamental 'Progreso y Libertad' (Progreso e Liberdade), situada na localidade de La Victoria, pertencente ao município de Metepec, Hidalgo. Com autorização do diretor da instituição, os pais de família e professores responsáveis foram contatados e convidados a participar no estudo. Houve uma conversa inicial na qual todo o procedimento lhes foi

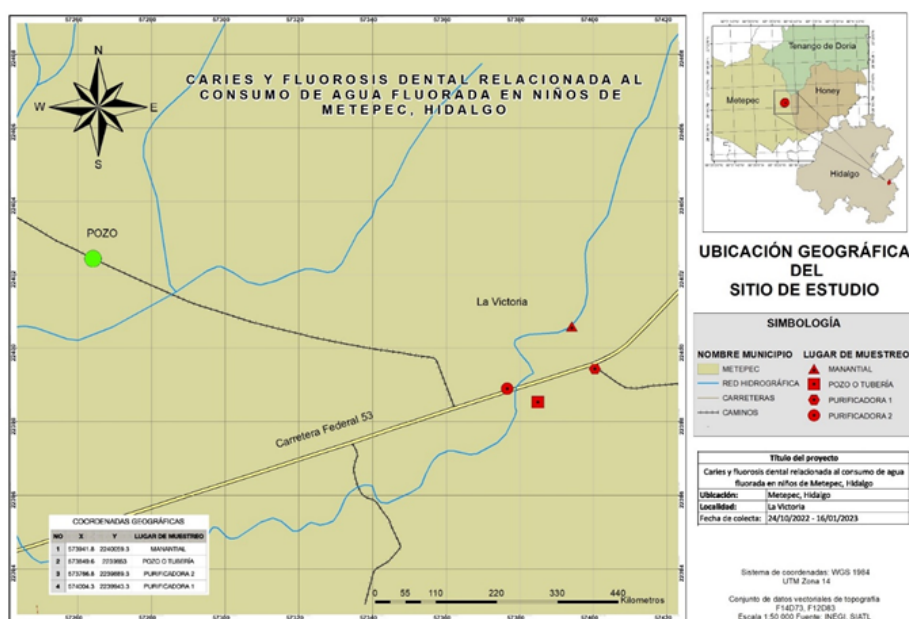


Figura 1. Localização geográfica do local de estudo e dos lugares de coleta de amostra.

explicado detalhadamente e uma declaração de consentimento foi entregue para ser consultada em casa. Os pais de família que aceitaram que seus filhos participassem foram convidados a estar presentes durante as duas visitas realizadas e a declaração de consentimento foi assinada, todos os tutores falavam espanhol. O procedimento foi explicado a todos os meninos e meninas e todos participaram voluntariamente.

Inicialmente os alunos foram entrevistados com uma série de perguntas relacionadas (Tabela 1) com o consumo principal de água pela população estudantil, para o qual nos foi fornecido um espaço exclusivo no salão de usos múltiplos da escola de ensino fundamental.

Em seguida, realizou-se um exame da cavidade bucal, que incluiu unicamente tecidos moles intraorais, para classificar a cárie dentária nas crianças. Para a identificação da cárie foi utilizado o método de inspeção visual ICDAS.^{19,20} Para classificá-las posteriormente, utilizou-se a proposta de Higashida, que considerando o tecido afetado o divide em: a) grau 1: afeta somente o esmalte, b) grau 2: afeta o esmalte e a dentina e c) grau 3: afeta esmalte, dentina e polpa.²¹ Durante o mesmo exame, avaliou-se a presença ou ausência de fluorose dentária. Esta última foi classificada conforme as recomendações da OMS, utilizando o índice de Dean considerando as seguintes categorias: saudável, duvidoso/questionável, muito

Tabela 1. Questionário de fontes de consumo de água

Fontes de consumo de água		
Número de identificação:		Data:
Nome do aluno:		
Pergunta	Respostas	
1. - De onde vem a água que você bebe?	Torneira de água	
	Nascente	
	Purificadora 1	
	Purificadora 2	
2.- Você já consumiu água diretamente da torneira?	Sim	Não
3.- Quantas vezes por semana?		
4.- Você já consumiu água de nascente?	Sim	Não
5.- Quantas vezes por semana?		
6.- Você já consumiu água engarrafada de alguma das purificadoras?	Sim	Não
7.- Quando a água que você geralmente bebe termina, de onde você bebe?	Torneira de água	
	Nascente	
	Purificadora 1	
	Purificadora 2	

leve, leve, moderado e severo/grave.^{22,23} Para a presente investigação consideraram-se os incisivos superiores centrais e laterais, bem como os inferiores.

Todas as medições foram realizadas pela mesma pessoa, o pesquisador principal, que é licenciado em odontologia e conta com experiência na detecção e classificação de lesões por cárie e fluorose, com a finalidade de reduzir os vieses na medição.

Antes da avaliação, a placa bacteriana foi removida com uma gaze para melhorar a observação direta das superfícies dentais. As observações foram realizadas com luz natural, utilizando um espelho plano e explorador dentário infantil para facilitar a classificação e determinar fluorose dentária considerando suas características clínicas como manchas esbranquiçadas e manchas de cor marrom escuro, deterioração, fragilidade e perda da estrutura dentária, bem como lesões bilaterais simétricas com um padrão horizontal de uma parte a outra do dente.

Os procedimentos realizados na presente pesquisa não implicavam riscos, visto que a participação foi anônima, voluntária e confidencial. Foram dadas informações sobre o procedimento e, dando-lhes tempo para que o consultassem, o termo de consentimento informado pelos pais foi assinado. Por conseguinte, foram respeitadas as considerações éticas propostas na Declaração de Helsinki, a lei geral de saúde e o manual da CONBIOÉTICA.

Análise estatística

Os dados obtidos foram registrados em uma planilha do Microsoft Excel® para posteriormente serem analisados com os programas R v. 4.3.024 e Stata 13®. Foram realizadas análises estatísticas exploratórias

gráficas e não-gráficas, para determinar a distribuição dos dados.²⁵ Para conhecer a diferença estatística entre os níveis de fluoretos nas quatro amostras de água foi realizado um teste para a diferença de variâncias (ANOVA).²⁶ A escolha do teste se baseou no cumprimento da normalidade e homogeneidade de variâncias dos dados.²⁷ Com base nos resultados da análise de variância, se realizou o teste de comparação de medidas de Tukey,²⁸ para identificar diferenças entre as fontes de água. Para conhecer a natureza da relação entre a presença de cárie, a fluorose e a fonte de água por aluno foi realizada uma análise de correspondência múltipla. Esta análise estatística permite estabelecer relações entre categorias, considerando a incidência de cada uma, expressas em tabelas de contingência denominadas matrizes de Burt.²⁹

Resultados

Primeira etapa

No total foram coletadas 52 amostras das principais fontes de abastecimento de água durante o período de 24 de outubro a 16 de janeiro de 2023. Os maiores níveis foram os observados na água de poço com uma média de 1,63 ppm, seguida pela água de nascente com média de 1,47 ppm e os mais baixos foram os obtidos da água das purificadoras com 0,71 ppm e 0,74 ppm. A água das purificadoras se manteve dentro da faixa permitida durante todo o período da pesquisa (Tabela 2).

Os resultados da análise de variância (ANOVA) avaliam as diferenças nas medidas aritméticas de três ou mais grupos e podem ser consultados no Gráfico 1. Neste estudo,

Tabela 3. Resultados da medição de flúor na água de La Victoria. Outubro de 2022-janeiro de 2023

Data de coleta da amostra	Nível de flúor obtido em cada uma das fontes (ppm)			
	Água de nascente	Água de poço	Água da purificadora 1	Água da purificadora 2
	$\bar{x} = 1,47$ $\theta = 0,19$	$\bar{x} = 1,63$ $\theta = 0,2$	$\bar{x} = 0,71$ $\theta = 0,03$	$\bar{x} = 0,74$ $\theta = 0,04$
24/10/2022	1,40	1,23	0,65	0,80
31/10/2022	1,32	1,45	0,70	0,77
07/11/2022	1,02	1,77*	0,70	0,68
14/11/2022	1,49	1,37	0,69	0,72
21/11/2022	1,61*	1,59*	0,75	0,72
28/11/2022	1,59*	1,75*	0,71	0,75
05/12/2022	1,60*	1,69*	0,73	0,70
12/12/2022	1,55*	1,72*	0,69	0,78
19/12/2022	1,17	1,63*	0,70	0,80
26/12/2022	1,58*	1,77*	0,69	0,75
02/01/2023	1,62*	1,80*	0,70	0,70
09/01/2023	1,66*	1,43	0,71	0,77
16/01/2023	1,53*	1,93*	0,78	0,71

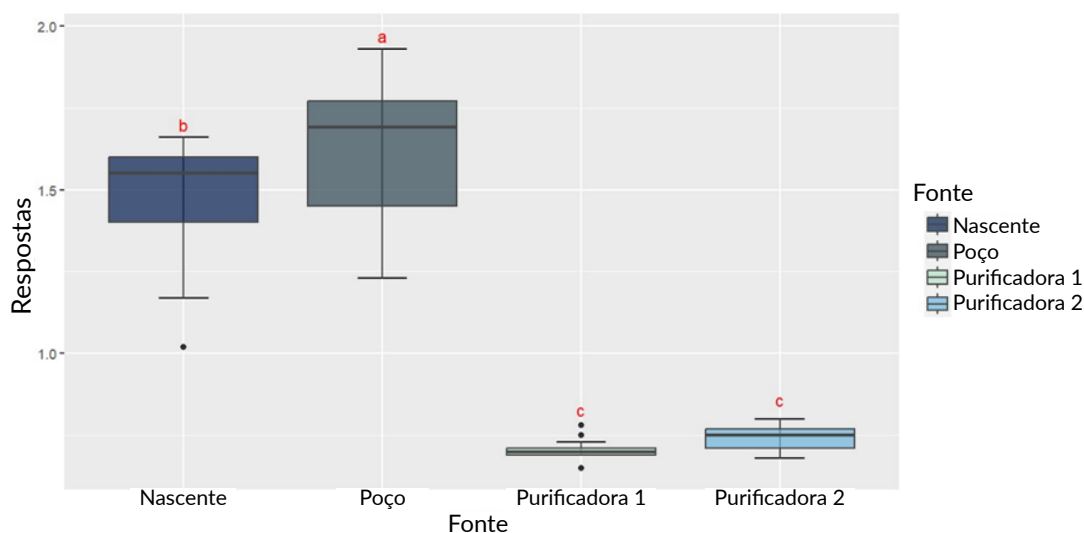
* Valor fora da faixa permitida pela NOM

Fonte: elaboração própria

foi observada significância estatística entre as quatro fontes de água com um valor F de 148,4 e um valor P menor que 0,0. Estes resultados indicam que existem diferenças significativas entre as fontes de água no que

se refere ao seu conteúdo de fluoretos. O teste de Tukey revelou que a fonte poço é a que apresenta uma maior concentração de íons de flúor, seguida pela nascente. As purificadoras têm a menor quantidade

Gráfico 1. Níveis de íons de flúor na água das diferentes fontes ANOVA



de íons de flúor; também não apresentam diferenças estatísticas entre elas (Gráfico 1).

Segunda etapa

Foram incluídos um total de 64 alunos de idades entre 8 e 12 anos (35 meninas e 29 meninos). As principais fontes de consumo de água relatadas por estes foram: diretamente da torneira ou poço (n=14, 21,8%), da nascente (n=27, 42,1%) e os demais das purificadoras ou engarrafada (n=23, 35,9%). Levando em consideração que a grande maioria relatou já ter consumido água da torneira por alguma necessidade ou caso excepcional (n=39, 60,9%).

A cárie dentária foi apresentada em 47 alunos (73,4%) e foi classificada conforme o tecido afetado¹⁹ e como cárie no esmalte (n=25, 39%), no esmalte e na dentina (n=13, 20,3%) e no esmalte, dentina e polpa (n=9, 14%).

O número total de casos de fluorose

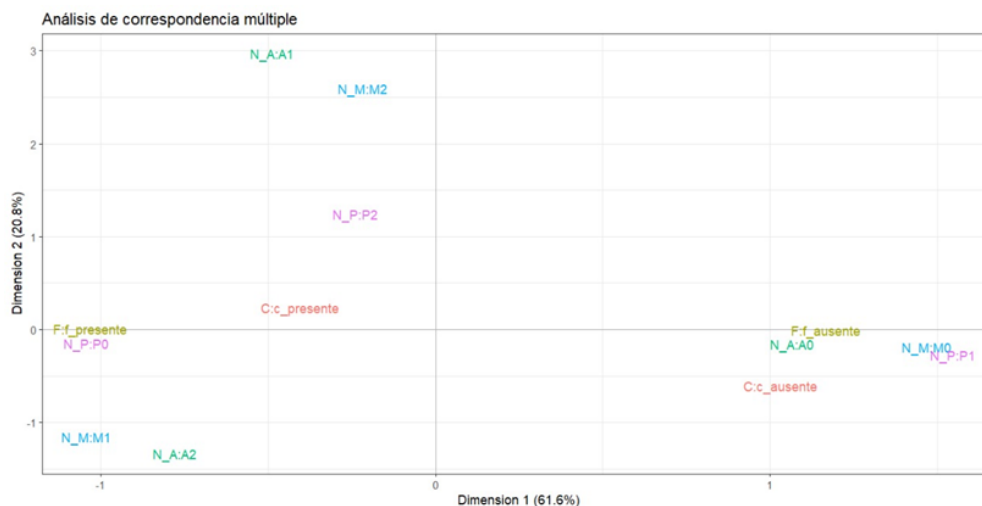
encontrados ao realizar a inspeção oral foi de n=34 (53,1%), estes foram divididos conforme a classificação de Dean: 22 questionáveis n=8 (23,5%), muito leve n=13 (38,2%), leve n=6 (17,6%), moderado n=4 (11,7%) e severo n=3 (8,8%). O detalhamento dos resultados pode ser consultado na Tabela 3.

No que se refere à análise multivariada (Gráfico 2) podemos observar três grupos de variáveis claramente relacionadas. O primeiro grupo é composto pelas variáveis: fluorose e cárie presentes (f_presente) (c_presente) quando a criança relata não beber água de uma purificadora (N_P:P0). Ou seja, não beber água da purificadora está associado a apresentar tanto cárie quanto fluorose. A segunda associação de variáveis é: fluorose e cárie ausentes (F:f_ausente) (C:c_ausente) quando a criança relata não beber água da torneira (N_A:A0) nem da nascente (N_M:M0) mas sim da purificadora (N_P:P1). Em outras palavras,

Tabela 3. Frequência de cárie e fluorose na amostra de estudantes.

	Alunos do sexto ano n= 20	Alunos do quinto ano n= 15	Alunos do quarto ano n= 18	Alunos do terceiro ano n= 11	Total
Nível de cárie por profundidade					
Esmalte (1)	7	7	6	5	25
Esmalte, dentina (2)	6	2	3	2	13
Esmalte, dentina, polpa (3)	3	3	2	1	9
Classificação de fluorose (DEAN)					
Normal	10	7	9	4	30
Questionável (1)	1	3	1	3	8
Muito leve (2)	4	3	3	3	13
Leve (3)	3	1	2	---	6
Moderado (4)	2	---	1	1	4
Severo (5)	---	1	2	---	3

Gráfico 2. Análise multivariada da fonte de água e a presença de cárie e fluorose dentária.



quando a criança não bebe água da nascente nem da torneira mas sim da purificadora a fluorose e a cárie estão ausentes. Então a cárie dentária só se relaciona com a exposição ao fluoreto?

Adicionalmente, identificaram-se duas relações significativas por meio desta análise: a primeira é que quando uma criança tem como

primeira opção a água de nascente (N_M:M1) sua segunda fonte de consumo é a água da torneira (N_A: A2). E a segunda relação é que quando uma criança relata que bebe água da torneira (N_A:A1) como primeira opção, sua segunda opção será beber água de nascente (N_M:M2). Uma descrição mais completa pode ser consultada na Figura 2.

```
ej=read.csv("D:caries.csv", header= TRUE)
View(ej)

library(GDAtools)

tabla_Burt= burt(ej)
View(tabla_Burt)

library(ca)

res_acm<- mjca(ej, lambda="Burt")
res_acm

##
## Eigenvalues:
##      1      2      3      4      5      6      7      8
## Value 0.358994 0.120883 0.041061 0.031958 0.020664 0.006683 0.002139 0
## Percentage 61.64% 20.76% 7.05% 5.49% 3.55% 1.15% 0.37% 0%
##
## Columns:
##      C:c_ausente C:c_presente F:f_ausente F:f_presente N_A:A0 N_A:A1
## Mass 0.056250 0.143750 0.093750 0.106250 0.078125 0.040625
## ChiDist 0.846415 0.331206 0.724881 0.639601 0.732522 1.118598
## Inertia 0.040299 0.015769 0.049261 0.043466 0.041921 0.050833
## Dim. 1 1.032327 -0.403954 1.167905 -1.030504 1.064950 -0.488425
## Dim. 2 -0.608366 0.238056 -0.009737 0.008591 -0.153623 2.971080
##      N_A:A2 N_M:M0 N_M:M1 N_M:M2 N_P:P0 N_P:P1 N_P:P2
## Mass 0.081250 0.068750 0.087500 0.043750 0.100000 0.071875 0.028125
## ChiDist 0.699391 0.928741 0.759634 1.008887 0.666492 0.953253 1.147524
## Inertia 0.039743 0.059301 0.050491 0.044531 0.044421 0.065312 0.037035
## Dim. 1 -0.779778 1.467561 -1.043805 -0.218558 -1.044684 1.546785 -0.238464
## Dim. 2 -1.337825 -0.187149 -1.152056 2.598205 -0.150756 -0.276803 1.243406

plot(res_acm)
```

Figura 2. Valores e coordenadas da análise de correspondência múltipla.

Discussão

Os resultados da presente pesquisa apontam a presença de altos níveis de íons de flúor na água que consomem diretamente do poço e da nascente na comunidade de La Victoria. Estes níveis estão associados à presença de cárie e fluorose nos alunos da escola de ensino fundamental da comunidade em questão.

Mostra-se relevante encontrar uma relação entre o consumo de água proveniente dos estabelecimentos conhecidos como “purificadoras”, já que isso pode enfatizar que as crianças reconhecem as purificadoras locais como o principal fornecedor de água na sua residência. Além disso, o consumo de água dessas purificadoras está estatisticamente relacionado com a ausência de fluorose e cárie nas crianças. Existem sem dúvida fatores contextuais possivelmente socioeconômicos ao respeito, visto que beber água da torneira ou da nascente é grátis ou tem um custo muito baixo, enquanto comprar água de fornecedores especializados pode indicar um maior nível de renda familiar. Isso já foi apontado em pesquisas sobre determinantes sociais da saúde.³⁰ Ainda que isso extrapole os limites da presente pesquisa, não deve ser deixado de lado.

No México os níveis máximos de íons de flúor na água são de 0,7 ppm, estabelecendo como limite máximo a concentração de 1,5 mg/L em abastecimentos públicos e privados, similares aos critérios estabelecidos pela OMS que indicam que a concentração de fluoretos na água potável deve estar entre 0,5 e 1,0 ppm.⁵ Por conseguinte, o

nível de íons de flúor na água da nascente e poço ou torneira pode estar gerando um aumento no número de casos de cárie e fluorose nas crianças de La Victoria, sobretudo naquelas que costumam beber água do poço ou da nascente. É importante salientar que a fonte de água muda de acordo com as necessidades imediatas das crianças e, ainda que alguns tenham destacado que sua fonte de ingestão principal é a água das engarrafadoras, por vezes bebem da torneira ou da nascente por acessibilidade.

A fluorose tem uma repercussão direta nas estruturas dentárias, ocasionando fraturas ou lesões estruturais relacionadas com a exposição ao íon fluoreto e a quantidade de líquido ingerido por certa quantidade de tempo. No entanto, é necessário considerar que as doses de consumo de água variam em cada paciente, portanto, também o fluoreto ingerido e o nível de lesão. Em nosso estudo encontramos três casos de fluorose dentária severa, porém nenhum desses com fratura. A variabilidade na quantidade ingerida de fluoreto através de outras fontes como o creme dental, o sal, as bebidas, alimentos, bem como diversos fatores contextuais podem estar associados à severidade da fluorose na nossa amostra.^{3,31-33}

Os resultados da presente pesquisa concordam com outros relatados tanto no estado de Hidalgo, como em estados do norte do México. Em um estudo realizado no estado de Querétaro a prevalência de fluorose severa em adolescentes foi de 37.1%,³² sendo uma das mais altas registradas no México. Nossos resultados apresentam uma menor prevalência, no entanto é necessário considerar que

nossa amostra são estudantes menores de idade; talvez isso influa, já que pesquisas em adolescentes do estado de Hidalgo registram prevalências similares a outros estados.¹³ Estudos realizados em adolescentes mostraram uma maior prevalência de fluorose leve e moderada¹³ em garotos, portanto pesquisas futuras devem considerar a variável gênero em crianças menores.

É importante considerar que os resultados obtidos se baseiam na medição exclusiva dos níveis de íons de flúor na água consumida, e que outros estudos estabelecem que existem múltiplas fontes de ingestão de flúor que podem estar relacionadas com a presença de afecções bucais.³¹⁻³³

Algumas das limitações do nosso estudo que devem ser consideradas são: a fluorose dentária é um processo crônico, começa desde o início da formação dentária e pode sofrer alterações quando, após o surto, os dentes entram em contato com níveis elevados de fluoretos. Nosso estudo tem um desenho transversal, ou seja, foi realizada uma exploração de saúde bucal nos pacientes. Desenhos longitudinais devem ser considerados para estabelecer uma relação de causa e efeito.

Outro aspecto que inúmeras pesquisas, devido à sua natureza, não trataram é a inclusão de menores não escolarizados. É possível que esses setores sejam mais pobres e com menor acesso a medidas preventivas. Da mesma forma, é necessário frisar que na escola não se contava com programas de prevenção de cárie com

fluoretos tópicos e isso deveria ser parte de uma política integral de saúde bucal.

Nossos resultados salientam que a exposição a altos níveis de fluoreto em idade precoce causou a fluorose dentária nas crianças de Metepec, Hidalgo, algo que pode ser concluído devido ao fato de que nas crianças que relataram beber água com níveis permitidos de fluoretos, a cárie e a fluorose dentária estiveram ausentes. Uma análise longitudinal que aborde todas as unidades dentárias (permanentes e não permanentes) permitiria obter maiores conclusões.

Os resultados deste estudo contam com base estatística. No entanto, é fundamental considerar, em estudos posteriores, se variáveis comportamentais e culturais têm algum efeito sobre a prevalência da fluorose. Da mesma forma, nossos dados podem ser aplicados à zona da colônia de La Victoria, Metepec, visto que foi realizada uma amostra não probabilística. Finalmente, consideramos que não existem estudos suficientes associados à água e fluorose no estado e na região, o que torna necessário dar seguimento à pesquisa.

Os resultados da presente pesquisa indicam:

- A prevalência de cárie dentária se apresentou em 73,4% de los alunos e de fluorose foi de 53,1%.
- A presença de altos níveis de íons de flúor na água que consomem diretamente do poço e da nascente na comunidade de La Victoria.

- Existem diferenças significativas entre as fontes de água, em relação ao seu nível de íons de flúor. Os valores mais altos foram os obtidos na água de poço (que depois se distribui e é conhecida como “água da torneira”), seguida pela água de nascente, e os mais baixos foram os obtidos da água das purificadoras.
- As principais fontes de consumo de água relatadas pelas crianças foram: da nascente (42,1%) e os demais das purificadoras ou engarrafada (35,9%) e diretamente da torneira ou poço (21,8%). Faz-se necessário informar a população sobre os perigos da ingestão de água de nascente.

As relações estabelecidas foram:

- Beber água da torneira ou da nascente está associado à presença de cárie e fluorose.
- Foi encontrada uma associação entre a ausência de fluorose e cárie quando a criança relata que não bebe água da torneira nem de nascente mas sim da purificadora.
- Quando uma criança tem como primeira opção de consumo a água de nascente, sua segunda fonte de consumo é a água da torneira.
- Quando uma criança relata que bebe água da torneira como primeira opção, sua segunda opção será beber água de nascente.

Com os resultados obtidos sobre os níveis de íons de flúor na água consumida pelas crianças da comunidade de La Victoria, Hidalgo, recomenda-se diminuir o consumo total de água proveniente diretamente do poço, já que os níveis de fluoreto que apresentam são superiores aos estabelecidos pela Secretaria de Saúde. Baseando-se nos resultados obtidos com a análise dos diversos pontos de consumo de água da comunidade, recomenda-se amplamente ingerir água purificada das duas opções que a comunidade tem, já que seus níveis de fluoreto registrado está dentro dos parâmetros normais para assim evitar um dano evidente no futuro.

Considera-se necessário implementar diversas ações de saúde pública na comunidade, já que a água de nascente é a primeira fonte de consumo de água pelas crianças e isso está relacionado à presença de fluorose e cárie dentária. Deve-se incentivar a população a consumir água com níveis permitidos de fluoreto. Além disso, é necessário sublinhar que, como sugere uma revisão dos estudos realizados⁸, devem ser consideradas outras variáveis para o controle e a prevenção da fluorose dentária.

Conclusão

Os níveis de fluoretos na água de nascente, poço de água e disponível nas torneiras de água das casas é superior ao estabelecido na legislação mexicana. Além disso, existe uma relação entre o nível de íons de flúor na água e a presença de cárie e fluorose dentária nas crianças estudadas.

Conflitos de interesse e financiamento:

Os autores declaram não ter conflito de interesse. Para a presente pesquisa não houve fonte de financiamento.

mg: miligramas

L: Litro

ppm: partes por milhão

Abreviações e símbolos:

NOM: Norma Oficial Mexicana

OMS: Organização Mundial da Saúde

ANOVA: Análise de Variância

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio das autoridades escolares, dos pais de família e de todos os alunos pela sua participação ativa.

Referências bibliográficas

1. Organización Mundial de la Salud. Poner fin a las caries dental en la infancia; 2021. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/340445/9789240016415-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. DenBesten P, Wu L. Chronic fluoride toxicity: dental fluorosis. Monogr Oral Sci. 2011; 22: 81-96. doi:10.1159/000327028
3. Rivas Gutierrez J, Huerta Vega L. Fluorosis dental: metabolismo, distribución y absorción del fluoruro. Rev ADM. 2005;62(6):225-229. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2005/od056d.pdf>
4. Hernández Montoya V. Fluorosis y caries dental en niños de 9 a 11 años del Estado de Aguascalientes, México. Rev Int Contam Ambient. 2003;19(4):197-204. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37019405%0ACómo>
5. World Health Organization. WHO Guidelines for drinking-water quality. Health criteria and other supporting information. Published online 1996. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health
6. Secretaría de Salud. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. NOM-127-SSA1-1994.; 1994. Disponible en: <https://agua.org.mx/biblioteca/norma-oficial-mexicana-nom-127-ssa1-1994>
7. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-179-SSA1-2020, Agua para uso y consumo humano. Control de calidad del agua distribuida por los sistemas de abastecimiento de agua.; 2020.
8. Aguilar Díaz FC, Morales Corona F, Cintra Viveiro AC, De la Fuente Hernández J. Prevalence of dental fluorosis in Mexico 2005-2015: a literature review. Salud Publica Mex Mex. 2017;59(3):306-313. doi:<http://doi.org/10.21149/7764>
9. Vilvey LJ. Caries dental y el primer molar permanente. Gac Médica Espirituana. 2015;17(2):92-106. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1608-89212015000200011&script=sci_arttext&lng=pt
10. Beltrán Valladares PR, Cocom Tun H, Casanova Rosado JF, Vallejos Sánchez AA, Medina Solís CE, Maupomé G. Prevalencia de fluorosis dental y fuentes adicionales de exposición a fluoruro como factores de riesgo a fluorosis dental en escolares de Campeche, México. Rev Investig Clin. 2005;57(4):532-539. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=6428>
11. Rodríguez Dozal S, Alarcón Herrera MT, Cifuentes E, Barraza A, Loyola Rodríguez JP, Sanin Chihuahua LH. Dental fluorosis in rural communities of Chihuahua, Mexico. Fluoride. 2005;38(2):143-150. Disponible en: <https://fluorideresearch.org/382/files/382143-150.pdf>
12. Alarcón Herrera MT, Martín Domínguez IR, Trejo Vázquez R, Rodríguez Dozal S. Well water fluoride, dental fluorosis, and bone fractures in the Guadiana Valley of Mexico. Fluoride. 2001;34(2):139-149. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ignacio-Martin-Dominguez/publication/236153410_Well_water_fluoride_dental_fluorosis_and_bone_fractures_in_the_Guadiana_Valley_of_Mexico/links/00b7d51671645f2b08000000/Well-water-fluoride-dental-fluorosis-and-bone-fractures-in-the-Guadiana-Valley-of-Mexico.pdf
13. Rojas Vázquez B. Severidad de fluorosis dental en escolares de dos comunidades del Estado de Hidalgo, México. Published online 2013. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000692050/3/0692050.pdf>
14. Gutiérrez M, Alarcón-Herrera MT. Fluoruro en aguas subterráneas de la región centro-norte de México y su posible origen. Rev Int Contam Ambient. 2022;38:389-397. doi:10.20937/rica.54307 Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992022000100119&script=sci_arttext

15. Adrián Ortega Guerrero M. Presencia, distribución, hidrogeoquímica y origen de arsénico, fluoruro y otros elementos traza disueltos en agua subterránea, a escala de cuenca hidrológica tributaria de Lerma-Chapala, México. *Rev Mex Ciencias Geol.* 2009;26(1):143-161. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=s1026-87742009000100012&script=sci_arttext
16. DenBesten PK. Biological mechanisms of dental fluorosis relevant to the use of fluoride supplements. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1999;27(1):41-47. doi:10.1111/j.1600-0528.1999.tb01990.x
17. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Panorama Sociodemográfico de Hidalgo: Censo de Población y Vivienda 2020.; 2021. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197858.pdf
18. Hanna Instrumentes. Colorímetro Checker® HC para fluoruro intervalo bajo. Manual de operación. Disponible en: <https://hannainst.com.mx/productos/colorimetros-checker/colorimetro-checker-hc-para-fluoruro-intervalo-bajo/>
19. Fuertes Paguay MB, Carrera Guanga GL, Mariño Rodríguez MJ. (2023). Métodos para el diagnóstico de lesiones cariosas. *Rev Cient*, 102 (Sup 2), 1-13. <https://revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/4462/6046>
20. Pitts, N. B., Ekstrand, K. R., ICDAS Foundation. (2013). International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) and its International Caries Classification and Management System (ICCMS)—methods for staging of the caries process and enabling dentists to manage caries. *Community dentistry and oral epidemiology*, 41(1), e41-e52.
21. Higashida B. Caries dental. En: *Odontología Preventiva*. Mexico, D.F: Mc Graw-Hill; 2000. p 130. ISBN: 970-10-2317-X
22. Dean, HT. Fluorine: Water-borne fluorides and dental health. In: Pelton WJ, Wisan JM. (eds), *Dentistry in Public Health*. Philadelphia: Saunders, 1949. 143-145. 44.
23. Dean HT. Classification of mottled enamel diagnosis. *J Am Dent Assoc* 1934; 21: 1421-6. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1934.0220>
24. R Core Team.(2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
25. Morgenthaler, S. (2009). Exploratory data analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 1(1), 33-44. <https://doi.org/10.1002/wics.2>.
26. Lakens, D., & Caldwell, A. R. (2021). Simulation-based power analysis for factorial analysis of variance designs. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 4(1), 2515245920951503. <https://doi.org/10.1177/2515245920951503>.
27. Stahle, L., & Wold, S. (1989). Analysis of variance (ANOVA). *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 6(4), 259–272. [https://doi.org/10.1016/0169-7439\(89\)80095-4](https://doi.org/10.1016/0169-7439(89)80095-4).
28. Keselman, H. J., & Rogan, J. C. (1977). The Tukey multiple comparison test: 1953–1976. *Psychological Bulletin*, 84(5), 1050. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.84.5.1050>.
29. Mori, Y., Kuroda, M., Makino, N. (2016). Multiple Correspondence Analysis. In: *Nonlinear Principal Component Analysis and Its Applications*. SpringerBriefs in Statistics(). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0159-8_3.
30. Marmot M, Bell R. Social determinants and dental health. *Advances in dental research*. 2011; 23.2: 201-206. Doi: 10.1177/0022034511402079
31. Cruz CD, Celada CN, Sánchez BI, *et al.* Ingesta de fluoruro por alimentos y bebidas en niños de 4 a 72 meses. *Rev. ADM.* 2006;63 (2):69-73. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2006/od062e.pdf>
32. Velez-León, Eleonor, *et al.* "Worldwide Variations in Fluoride Content in Beverages for Infants." *Children*. 2023; 10.12: 1896. <https://doi.org/10.3390/children10121896>
33. Martínez-Mier, E. Angeles, *et al.* Fluoride intake from foods, beverages and dentifrice by children in Mexico. *Community dentistry and oral epidemiology*. 2003; 31.3: 221-230. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0528.2003.00043.x>
34. Sánchez S, Pontigo AP, Heredia E, Ugalde JA. Dental fluorosis in adolescents of three small villages of Queretaro State. *Rev Mex Pediatría*. 2004;71(1):5-9. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2004/sp041b.pdf>

Recibido 13/03/24

Aceptado 31/08/25

Correspondencia: Laura Cristina Vargas López, correo: lau40_25@hotmail.com