Rev AMOP 37 (2), 2025, 41-43
DOI:https://doi.org/10.63609/dw19ph82

Artículo de opinión

¿La fluoración afecta el Coeficiente Intelectual? ¿A dónde vamos? "Dosis sola facit venenum. La dosis hace el veneno" Paracelso siglo XVI

Ureña Cirett José Luis [1]

[1] La Salle México. Escuela de Altos Estudios en Salud. Sta Teresa #811, Rinconada del Pedregal, Tlalpan 14018, CDMX.

Resumen

A principios de siglo, aparecieron los primeros estudios que sugerían que la exposición a concentraciones más altas de lo recomendado de fluoruro durante el embarazo y los primeros meses de vida podía afectar negativamente al cociente intelectual. Datos del Programa Nacional de Toxicología (NTP, por sus siglas en inglés) de 2024 lo ponen en duda. Recientemente ha resurgido la controversia sobre el posible impacto que puede tener el fluoruro sistémico sobre el desarrollo neurocognitivo de los bebés. En esta revisión no estructurada, se ha consultado la literatura para encontrar información que permita realizar una breve descripción de los antecedentes históricos de la fluoración del agua y su efecto sobre la prevención de la caries, así como la evidencia actual sobre su forma de acción. También se revisan los datos de prevalencia de la caries en México y la forma en que el fluoruro podría ser tóxico, y se presentan los datos a favor y en contra del debate sobre el posible daño al coeficiente intelectual.

Mesh: *Flúor y CI, fluoruro y daño neurocognitivo, toxicidad del fluoruro, fluoruro afecta Cociente Intelectual.*

Abstract

Recent discourse surrounding fluoride exposure during pregnancy and early infancy has reignited concerns about its potential neurocognitive effects. While early 21st-century studies suggested a correlation between elevated fluoride levels and reduced IQ, findings from the 2024 National Toxicology Program (NTP) have challenged this association. This unstructured review synthesizes historical and contemporary literature to contextualize the evolution of water fluoridation, its efficacy in caries prevention, and its biochemical mechanisms. Additionally, it examines caries prevalence in Mexico and evaluates emerging evidence regarding fluoride's neurotoxicity. The review presents arguments from both sides of the ongoing debate on fluoride's impact on cognitive development, aiming to clarify the scientific landscape and inform future research.

Keywords: *fluoride exposure, neurocognitive development, IQ, water fluoridation, caries prevention, Mexico, fluoride toxicity.*

Manuscrito recibido 13 de junio de 2025.
Revisión aceptada 10 de septiembre de 2025.

Dirección de correspondencia: Ureña Cirett José Luis, La Salle México. Escuela de Altos Estudios en Salud. Sta Teresa #811, Rinconada del Pedregal, Tlalpan 14018, CDMX. E-mail: drurenac@gmail.com

Antecedentes Históricos

Los programas más efectivos para la prevención de la caries dental consideran el uso de dentífricos con flúor, así como la fluoración del agua para consumo [1,2,3]. Es imperativo asegurar tanto su efectividad como inocuidad para afirmar que se mejora la salud de la población y mantener su apoyo con respecto a estos programas. Al igual que otras medidas en salud, los programas de prevención de caries requieren de investigación continua para conocer y mantener un balance entre los riesgos y beneficios que aportan.

La adición de fluoruro al agua potable está por de cumplir 100 años de haber iniciado, posterior a los primeros hallazgos identificados y que Dean determinase que 1 mg/L de flúor en el agua potable era la concentración óptima para fomentar la protección contra la caries dental, al tiempo que causaba mínima fluorosis dental. [4] En esos tiempos en los Estados Unidos de América (EUA), la caries dental era altamente prevalente, por lo que se observó una reducción de la caries dental en las ciudades que añadían flúor a su suministro de agua [5]. La fluoración del agua ofreció una solución sencilla a la epidemia de caries, y el Servicio de Salud Pública de EUA la promovió como una medida segura y eficaz en la prevención de la caries dental[6] . Esta medida fue replicada en diversas regiones del mundo. En México, se añadió fluoruro a la sal de mesa a partir de la década de 1990.

Desde la implementación de esta medida, las tasas de caries dental han disminuido en EUA y el resto de los países que añaden fluoruro a su agua potable, no obstante, esta dismi nución también se observa en algunos países donde no se aplica la fluoración del agua [6]. En este sentido, el descenso en los países que no realizan la fluoración del agua se asocia con el uso de pasta dental con fluoruro y a estrategias para reducir la ingesta de azúcar. La reducción en el consumo de azúcares no formó parte de la estrategia estadounidense.

¿La forma de acción importa?

Se ha comprobado y existe un consenso general sobre que la forma de acción del fluoruro se debe a su actividad sobre la superficie dental, más que a su incorporación a las estructuras mineralizadas durante la formación dental.[4,8] Actualmente, es difícil determinar el porcentaje del beneficio que ofrece el beber agua fluorada debido a la efectividad del cepillado con pasta dental con fluoruro. Dos revisiones Cochrane ofrecen dos puntos de vista opuestos, la del 2015 encontró que la fluoración del agua comunitaria estaba asociada con una reducción de aproximadamente el 25 % de caries dental, y advierte que la mayoría de los estudios eran de baja calidad y se habían realizado antes del uso generalizado de las pastas dentales[9]. La segunda revisión con estudios después de que se popularizó el uso de las pastas fluoradas plantea que el efecto protector del fluoruro en el agua ofrece una reducción menor de caries dental de no más del 4% o posiblemente ninguna.[10]

Prevalencia de caries en México

Una revisión de prevalencia de caries muestra que en la década de 1980 la prevalencia general de caries fue de hasta 92.8 %; entre los años 1990-1999 de 97 %; de 2000 a 2009 disminuyó a 95 %; de 2010 a 2019 la mayor prevalencia fue de 94.6 %; y de 2020 a 2021 se reportó una disminución a 88.5 %[11]. Si la prevalencia es en forma representativa una foto fija del momento, podríamos interpretar estos datos determinando que casi todos hemos presentado caries dental en algún momento, aunque la cantidad y severidad de lesiones por persona pudieran haber disminuido. De hecho, un estudio reveló que la proporción de niños libres de caries aumentó del 10.3 % al 27.7 % y el índice CPOD disminuyó de 4.39 a 2.47 entre 1988 y 1997.[12]

En 2003 se identificó una disminución de prevalencia de caries en tres entidades estudiadas sin determinar si es el efecto de la fluoración de la sal o el uso de pastas dentales fluoradas[13].

¿Existen razones para eliminar el fluoruro del agua de consumo?

Ya que se ha observado que un cerebro en desarrollo es más susceptible a cambios causados por agentes químicos a diferencia de un cerebro maduro. Las ventanas de susceptibilidad son mayores durante la infancia y la infancia temprana.[14] Algunos contaminantes pueden ingresar en la cadena alimentaria humana y animal. Incluyendo algunos metales como el arsénico, el cadmio, el plomo y el mercurio. En 2020, un reporte del Programa de Nacional de Toxicología de EUA (NTP por sus siglas en inglés) causó inquietud al mencionar que el fluoruro podría representar un riesgo en el desarrollo neurocognitivo afectando el Cociente Intelectual (CI)[15]. Esta afirmación fue señalada debido a la falta de evidencia por las Academias Nacionales de EUA de Ciencias, Ingeniería y Medicina, por lo que en 2024 fue retirada.

El tema de los potenciales efectos del fluoruro al neurodesarrollo ha estado en constante debate. La mayoría de las revisiones concluyen que el fluoruro en las concentraciones adecuadas en el agua potable no afecta negativamente el desarrollo neurológico.[16,17] En Australia, en 2024 se recolectaron datos de 357 participantes en un estudio sobre CI y Fluoruro, en el que se evaluaron factores socioeconómicos, conductas de salud oral, e historia de residencia para estimar el porcentaje de exposición a agua con fluoruro en los primeros 5 años de vida. Los participantes fueron examinados por fluorosis dental (un biomarcador confiable y válido de ingesta de fluoruro en la infancia). Se dio seguimiento para reunir datos de desarrollo neurocognitivo (CI), con el apoyo de un psicólogo experto que adminitró una prueba calibrada. Como resultado se observa un CI ligeramente superior entre los participantes expuestos a fluoruro que aquellos que no fueron expuestos, y proponen que la exposición a fluoruro en la infancia no tiene efectos sobre el desarrollo neurocognitivo.[19] Se identificaron resultados similares en otros estudios independientes realizados recientemente en España y Taiwan .

Hay, sin embargo, múltiples trabajos que concluyen que la exposición a fluoruros se asocia con un efecto negativo[20,21] del desarrollo neurológico. Varios estudios incluyendo revisiones sistematizadas reportan una asociación entre exposición a fluoruro y CI, algunas incluyen estudios con alto riesgo de sesgo, generalmente cuando la exposición a fluoruro es más alta de lo recomendado, entre otras, sin embargo, continúan levantando preocupación.[22,23,24]

¿Cómo podría afectar el fluoruro al desarrollo neurocognitivo?

Esa es la gran pregunta y no existe una explicación clara del mecanismo de los efectos neurotóxicos del fluoruro. Estudios mencionan que se atribuyen principalmente a la inhibición de proteínas, disrupción de organelos, alteración del pH, y desbalance de electrolitos[25]. En una revisión de la afectación a nivel celular Adkins y Brunst identificaron que el fluoruro puede inducir daño mitocondrial, incluyendo la disminución del contenido de ADN mitocondrial circulante, la desregulación de la biogénesis y la pérdida de la estructura circular. Además, muchas afecciones del neurodesarrollo tienen bases mitocondriales[26].

El debate

Parecería que la intención de eliminar el fluoruro del agua comunitaria en EUA sigue una ideología política más que un debate científico ya que el encargado de la Secretaría de Servicios Humanos y de Salud, Robert F. Kennedy, prometió durante un evento terminar con la fluoración del agua ya que es un desperdicio industrial que se asocia con artritis, fracturas óseas, cáncer de huesos, baja en el CI, alteraciones del neurodesarrollo y enfermedades de la tiroides. De hecho, los estados de Utah y Florida ya no cuentan con la fluoración del agua[26], la FDA (Food and Drug Administration) descontinuó el uso de suplementos fluorados (mayo 13, 2025), (AAPD eNewsletter may 2025)[28].

El debate académico resurgió por la última revisión sistemática en la revista JAMA Pediatrics (Journal of the American Medical Association) donde los autores proponen que la exposición a fluoruro en épocas tempranas de la vida puede afectar el CI[29]. En el mismo número aparecen dos cartas al editor Steven Levy, mencionando varios defectos de la publicación: muchos de los artículos que se revisaron se consideran con un alto riesgo de sesgo, los estudios de alta concentración de F en agua (>1.5mg/L) presentaron alta variabilidad, y para la conclusión de riesgo de afectar el CI con F en agua comunitaria los datos indican que solo podría aplicar cuando la concentración sea de más del doble de la que se utiliza (0.7mg/L). En la misma publicación la carta titulada "Tiempo de Reevaluar nuevamente la exposición sistémica al Fluoruro", analiza la publicación y reflexiona sobre la gran preocupación en el riesgo de la fluoración del agua era la fluorosis y que casi toda agua fluorada contiene concentraciones adecuadas. Sin embargo, en el mundo más de 180 millones de personas están expuestas a concentraciones de 1.5 mg/L, o mayores debido a aguas geogénicas, aquellas aguas subterráneas que se contaminan por las rocas del subsuelo,[30]por lo que proponen que es tiempo para que los organismos reguladores revisen los beneficios de la exposición a fluoruros sistémicos en mujeres embarazadas e infantes. En México, es difícil pensar en una zona del país donde las fuentes de aguas subterráneas no pasen cerca de las zonas volcánicas y/o mineras, de hecho, en la zona centro del país se han reportado concentraciones de F que varían en un rango de 0.03 a 27.9 mg/L [31].

¿En dónde estamos?

En mi formación personal crecí educado en la premisa de que fluoración sistémica era crucial para la prevención de caries y que es una práctica segura, durante años promoví la fluoración del agua como uno de los 10 mejores avances en salud pública, y que el tema me preocupa. Inquieta en sobremanera el contexto con el que el público pueda entender o no las diferentes formas de uso de los fluoruros y la confusión en los riesgos que esto conlleva.

Al observar la efectividad de la fluoración de la sal en México, que no parece tener el impacto esperado, mi postura es similar a la de Pamela Den Besten y colaboradores, por lo que me cuestiono ¿Es tiempo de reevaluar la exposición sistémica a fluoruros? ¿Deberíamos contar con programas de prevención de caries como el tipo de países de Escandinavia? Y ¿Tú qué piensas?

Referencias:

1. McDonagh MS, Whiting PF, Wilson PM, Sutton AJ, Chestnutt I, Cooper J et al. Systematic review of water fluoridation. BMJ. 2000;321(7265):855–859. doi: 10.1136/bmj.321.7265.855.
2. Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. MMWR Recomm Rep. 2001;50(RR-14):1–42.
3. National Health and Medical Research Council. Information paper— water fluoridation: dental and other human health outcomes. National Health and Medical Research Council. 2017
4. Ten Cate JM, Buzalaf MAR. Fluoride Mode of Action: Once There Was an Observant Dentist. Journal of Dental Research. 2019;98(7):725-730. doi:10.1177/0022034519831604
5. Centers for Disease Control and Prevention. Achievements in public health, 1900-1999:
6. fluoridation of drinking water to prevent dental caries. MMWR Morb Mortal Wkly Rep.
7. 1999;48(41):933-940
8. Neurath C. Tooth decay trends for 12 year olds in nonfluorinated and fluoridated countries. Fluoride. 2005;38(4):324-325.
9. Kearns CE, Glantz SA, Schmidt LA. Sugar industry influence on the scientific agenda of the National Institute of Dental Research's 1971 National Caries Program: a historical analysis of internal documents. PLoS Med. 2015;12(3):1001798. doi:10.1371/journal.pmed.1001798
10. Featherstone JDB. The science and practice of caries prevention. J Am Dent Assoc.
11. 2000;131(7): 887-899. doi:10.14219/jada.archive.2000.0307
12. Iheozor-Ejiofor Z, Worthington HV, Walsh T, et al. Water fluoridation for the prevention of dental caries. Cochrane Database Syst Rev. 2015;2015(6): CD010856. doi: 10.1002/14651858.CD010856.pub2
13. Iheozor-Ejiofor Z, Walsh T, Lewis SR, et al. Water fluoridation for the prevention of dental caries. Cochrane Database Syst Rev. 2024;10(10): CD010856. doi:10.1002/14651858.CD010856.pub3
14. Márquez-Pérez K, Zúñiga-López CM, Torres-Rosas R, Argueta-Figueroa L. Prevalencia reportada de caries dental en niños y adolescentes mexicanos. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2023;61(5):653-660. doi: 10.5281/zenodo.8316465. PMID: 37769137; PMCID: PMC10599778.
15. Irigoyen ME, Sánchez-Hinojosa G. Changes in dental caries prevalence in 12-year-old students in the State of Mexico after 9 years of salt fluoridation. Caries Res. 2000;34(4):303-7. doi: 10.1159/000016606.
16. Velázquez-Monroy O, Vera Hermosillo H, Irigoyen Camacho ME, Mejía-González A, Sánchez-Pérez TL. Cambios en la prevalencia de la caries dental en escolares de tres regiones de México: encuestas de 1987–1988 y de 1997–1998. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health 2003;13(5):320-326.
17. Rice D, Barone S. Critical periods of vulnerability for the developing nervous system: evidence from humans and animal models. Environ Health Perspect. 2000;108(3):511–533.
18. National Toxicology Program. 2020. Second draft NPT monograph on the systematic review of fluoride exposure and neurodevelopmental and cognitive health effects. Research Triangle Park (NC): National Toxicology Program.
19. Guth S, Hüser S, Roth A, Degen G, Diel P, Edlund K, Eisenbrand G, Engel K- H, Epe B, Grune T, et al. Toxicity of fluoride: critical evaluation of evidence for human developmental neurotoxicity in epidemiological studies, animal experiments and in vitro analyses. Arch Toxicol. 2020;94(5):1375– 1415.
20. Aggeborn L, Öhman M. The effects of fluoride in drinking water. J Polit Econ. 2021;129(2):465–491.
21. Kumar JV, Moss ME, Liu H, Fisher-Owens S. 2023. Association between low fluoride exposure and children's intelligence: a meta-analysis relevant to community water fluoridation. Public Health. 219:73–84.
22. Do LG, Sadhwyer A, Spencer AJ, Leary SJ, Kuring K, Jones AL et al. Early Childhood Exposures to Fluorides and Cognitive Neurodevelopment: A Population-Based Longitudinal Study J Dent Res. 2025;104(3):243–250. doi: 10.1177/00220345241299352
23. Ibarluzea J, Gallastegi M, Santa-Marina L, Jiménez Zabala A, Arranz E, Molinuevo A et al. Prenatal exposure to fluoride and neuropsychological development in early childhood: 1-to 4 years old children. Environ Res. 2022;207:112181. doi: 10.1016/j.envres.2021.112181.
24. Lin YY, Hsu WY, Yen CE, Hu SW. Association of dental fluorosis and urinary fluoride with intelligence among schoolchildren. Children (Basel). 2023;10(6):987.
25. Veneri F, Vinceti M, Generali L, Giannone ME, Mazzoleni E, Birnbaum LS et al. Fluoride exposure and cognitive neurodevelopment: Systematic review and dose-response meta-analysis. Environ Res. 2023;221:115239. doi:10.1016/j.envres.2023.115239.
26. Grandjean P, Meddis A, Nielsen F, Beck IH, Bilenberg N, Goodman CV et al. Dose dependence of prenatal fluoride exposure associations with cognitive performance at school age in three prospective studies. Eur J Public Health. 2024;34(1):143–149.
27. Till C, Green R, Flora D, Hornung R, Martinez-Mier EA, Blazer M et al. Fluoride exposure from infant formula and child IQ in a Canadian birth cohort. Environ Int. 2020;134:105315.
28. Johnston NR, Strobel SA. Principles of fluoride toxicity and the cellular response: a review. Arch Toxicol. 2020;94(4):1051-1069. doi: 10.1007/s00204-020-02687-5.
29. Adkins EA, Brunst KJ. Impacts of Fluoride Neurotoxicity and Mitochondrial Dysfunction on Cognition and Mental Health: A Literature Review. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(24):12884. doi: 10.3390/ijerph182412884.
30. Taylor KW, Eftim SE, Sibrizzi CA, et al. Fluoride Exposure and Children's IQ Scores: A Systematic Review and Meta-Analysis. JAMA Pediatr. 2025;179(3):282–292. doi:10.1001/jamapediatrics.2024.5542
31. States Move to Ban Water Fluoridation (Utah and Florida Enacted Laws in 2025). 2025. https://www.multistate.us/insider/2025/5/27/states-move-to-ban-water-fluoridation-utah-and-florida-enacted-laws-in-202
32. FDA Begins Action To Remove Ingestible Fluoride Prescription Drug Products for Children from the Market. 2025. https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-begins-action-remove-ingestible-fluoride-prescription-drug-products-children-market
33. Podgorski J, Berg M. Global analysis and prediction of fluoride in groundwater. Nat
34. Commun. 2022;13(1):4232. doi:10.1038/s41467-022-3194-x
35. Gutiérrez M, Alarcón-Herrera MT. Fluoruro en aguas subterráneas de la región centro-norte de México y su posible origen. Revista internacional de contaminación ambiental. 2022;38,54307. doi: 10.20937/rica.54307