

PFAS: el contaminante eterno que rodea nuestras vidas

García Herrera, A. G.¹, Descamps Angeliaume, A.², Alarcón Herrera, M. T.^{1*}

1 Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Subsección Durango, México.

2 IPEAT, Universidad de Toulouse, Jean Jaures, Toulouse, Francia

E-mail: teresa.alarcon@cimav.edu.mx

El agua es vida. La necesitamos para beber, asearnos, limpiar, transportar, cultivar y producir. Pero cada vez es más difícil garantizar que sea limpia para los diferentes usos a los cuales vaya a ser destinada. Muchos de los inventos que facilitan nuestra vida cotidiana esconden un costo silencioso: contaminan los ríos, lagos y suelos con sustancias casi imposibles de eliminar. Uno de los grupos de contaminantes más preocupantes es el de las sustancias per y polifluoroalquiladas, conocidas como PFAS, presentes en una gran cantidad de productos de uso cotidiano como: champús, hilo dental, empaques de alimentos (dulces, las cajas de las pizzas, las bolsas de palomitas), barniz de uñas, productos de limpieza, etc. (Figura 1).

Los PFAS se inventaron en los años treinta y pronto conquistaron la industria. Desde entonces los encontramos en productos de consumo como: ropa resistente al agua, sartenes, espumas para combatir incendios, etc., en resumen: están en muchos productos que usamos a diario. Pero hay un problema, ya que una vez que estos productos se desechan, los PFAS pasan al drenaje, al suelo y al agua, de ahí terminan en el ambiente, se introducen en los diferentes ecosistemas y cadenas tróficas, los alimentos y en nuestros cuerpos. Como consecuencia de su uso, los residuos y contaminación provocada, son tan prominentes que se está convirtiendo en un grave problema ambiental,

el cual, al ser identificado, ha levantado las alarmas en naciones como Estados Unidos, así como en países de la Unión Europea. Una vez que están en el ambiente, es complicado mitigar la contaminación que generan debido a ciertas características químicas muy particulares de los PFAS:

1) Los PFAS son un grupo muy amplio de compuestos que comparten una característica en especial: son compuestos orgánicos cuyas cadenas están saturadas por átomos de flúor. El enlace entre el carbono y el flúor es muy fuerte, por lo que este tipo de compuestos son prácticamente indestructibles. Esto los hace muy resistentes a la degradación química, física y biológica — por ende, la comunidad científica los conoce como “contaminantes eternos” [2].

2) Los enlaces entre los átomos de flúor y de carbono también le confieren a los PFAS características de interés industrial, como son la habilidad de repeler agua y grasa — de ahí que se utilicen para productos como abrigos impermeables, empaques de comida, sartenes de teflón...etc.

Es importante mencionar que los PFAS son compuestos considerados dentro del grupo de contaminantes emergentes (CE), que representa a una gran familia de contaminantes que han atraído la atención de la comunidad científica debido a su potencial dañino para

la salud humana y ambiental y que, en su mayoría no están regulados por agencias medioambientales. Al ser tan prevalentes los PFAS, no es sorprendente — pero sí altamente preocupante — saber que el Centro de Control de Enfermedades (CDC) reportó en 2019 que prácticamente toda la población de los Estados Unidos presenta niveles detectables de PFAS en la sangre [1].

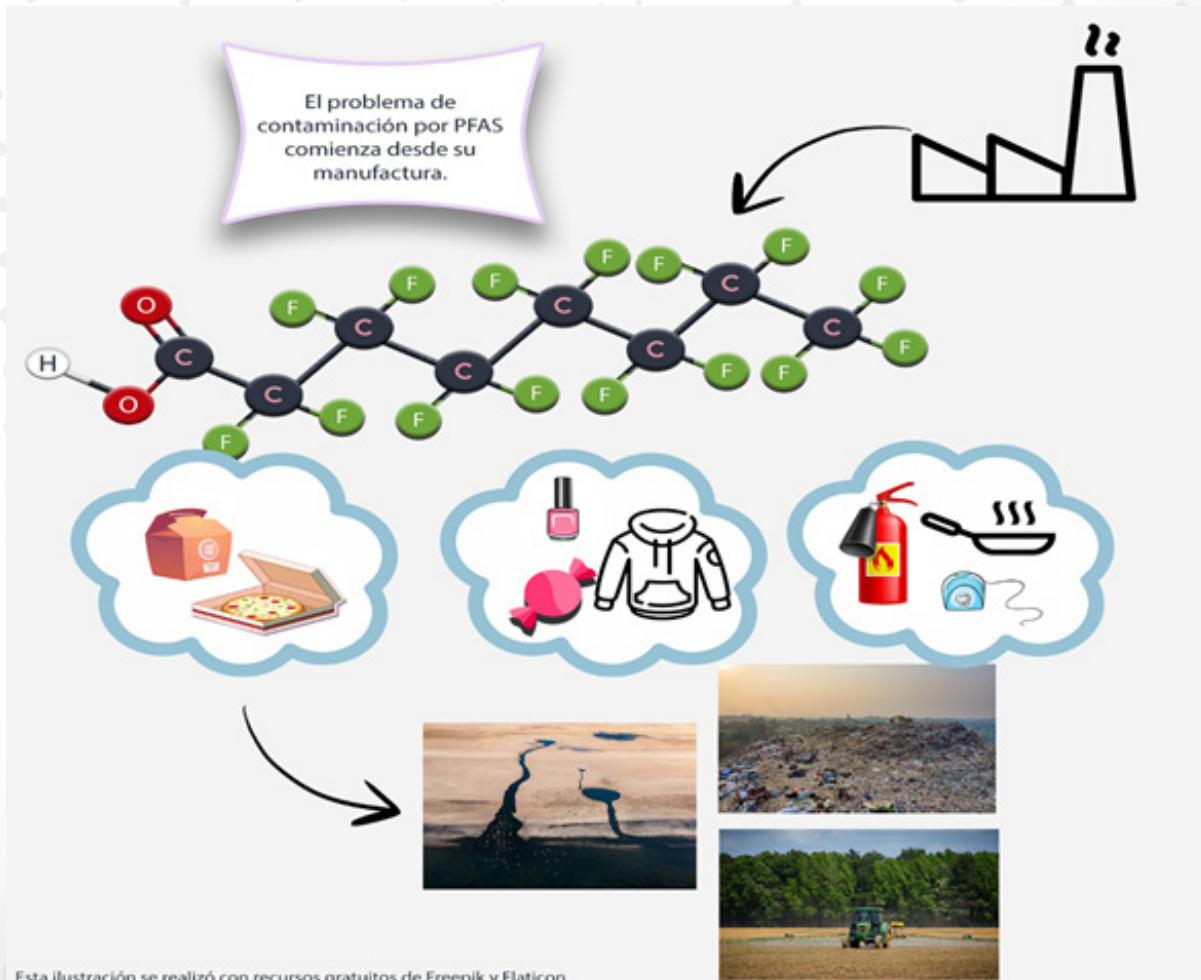
El impacto de estas sustancias en la salud humana aún se está investigando. Sin embargo, se ha llegado a ciertas conclusiones que confirman que la población se ve afectada ante la exposición prolongada a este tipo de sustancias a través de diferentes medios y vías de exposición, como lo es la cadena trófica (Figura 2):

1) La exposición a PFAS ha sido asociada con una disminución de la respuesta inmunológica del cuerpo, efectos negativos en los sistemas endócrinos, hepáticos, cardiovasculares y reproductivos, y cáncer [2].

2) Se ha encontrado que los bebés cuyas madres fueron expuestas a estas sustancias tienden a tener bajo peso al nacer [3]. Además, la prevalencia de los PFAS en el medio ambiente es tan prominente que se ha encontrado sustancias de este tipo en la placenta de mujeres embarazadas [4] por lo que los fetos están expuestos directamente a estos contaminantes desde las etapas más tempranas de desarrollo.

3) El cuerpo humano no elimina fácilmente los PFAS; se estima que el tiempo de vida media de estos contaminantes se encuentra entre 2.3 y 15.5 años. En otras palabras, una vez dentro de nosotros, permanecen por largo tiempo.

Puede que surja la interrogante, ¿cómo se expone la población a los PFAS? Recordemos que es un grupo de contaminantes presentes en una gran cantidad de productos del día a día, lo cual ya representa una vía de exposición; recientemente, la empresa estadounidense Thinx, dedicada a la manufactura de ropa interior apta para los días de menstruación, fue enjuiciada debido a la posible presencia de PFAS en sus productos, lo que



Esta ilustración se realizó con recursos gratuitos de Freepik y Flaticon

Figura 1. Productos que incluyen en su manufactura la presencia de PFAS

implicaría que miles de mujeres estuvieron expuestas de manera directa a estos contaminantes [5].

Cabe mencionar que se han encontrado PFAS en sangre menstrual, por lo que es posible que alteren el ciclo menstrual. Además, todos los productos que contienen PFAS son desechados eventualmente y terminan en el medio ambiente. Al terminar en agua y suelo, pueden contaminar los alimentos que consumimos, representando otra vía directa de exposición (recordemos que nuestros cuerpos no son capaces de metabolizar estos compuestos). Entonces, ¿cuál es la solución?, sin duda es todo un reto. En la Unión

Europea y en Estados Unidos, los gobiernos se han comprometido a eliminar gradualmente este problema desde su raíz: la producción. Desafortunadamente, en nuestro país la legislación en materia ambiental se ha visto rebasada por los descubrimientos de la ciencia. De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, y hasta la fecha de redacción de este artículo, no hay ningún tipo de regulación para los PFAS, ni en el agua, ni en el suelo, ni en los productos que consumimos diariamente — de hecho, las investigaciones enfocadas específicamente a la detección de PFAS en suelo, aire y aguas mexicanas es muy escasa. La mitigación y remediación son

buenas opciones que siempre deben ser consideradas cuando ya hay un daño. Sin embargo, no podemos dejar que el tiempo pase sin hacer nada, hasta ver los efectos fatales en la salud de la población y los ecosistemas. Reflexión: Los PFAS son invisibles, pero persistentes. Los usamos sin saberlo y permanecen en nosotros durante años. Si no actuamos ahora, pagaremos el costo más adelante, en salud y en ecosistemas dañados. La pregunta es: ¿queremos seguir acumulando “contaminantes eternos”, o preferimos construir un futuro donde el agua y la vida tengan prioridad. Los contaminantes eternos ya están en tu vida. La decisión es: ignorarlos o actuar.



Figura 2. Vías de exposición a PFAS a través de la cadena trófica

Referencias

1. Centro de Control de Enfermedades. (2022). Biomonitoring data tables for environmental chemicals. https://www.cdc.gov/exposurereport/data_tables.html
2. Agencia de Protección Ambiental (EPA). (2019). Información básica sobre PFAS [Overviews and Factsheets]. <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-pfas>
3. Kempisty, D. M., & Racz, L. (Eds.). (2021). Forever chemicals: Environmental, economic, and social equity concerns with PFAS in the environment (First edition). CRC Press.
4. Hall, S. M., Zhang, S., Hoffman, K., Miranda, M. L., & Stapleton, H. M. (2022). Concentrations of per- and polyfluoroalkyl substances in human placental tissues and associations with birth outcomes. *Chemosphere*, 295, 133873. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133873>
5. Gupta, A. H. (2023). What to know about PFAS in period underwear. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2023/01/20/well/pfas-thinx-period-underwear.html>

Agradecimientos

Se agradece a COCyTED por el financiamiento del proyecto con folio 782 “Determinación de elementos potencialmente tóxicos en agua envasada y suelo agrícola” mediante el programa de Apoyos Institucionales Proyectos de Investigación del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango COCyTED, Convocatoria de Proyectos de Investigación Científica Aplicada “Mujeres en la ciencia, tecnologías, ingeniería y matemáticas”.