

Recibido: 21.10.2022 • Aceptado: 09.10.2023

Palabras clave: Contaminantes emergentes, impactos ambientales, impactos a la salud.

Contaminantes emergentes: el nuevo desafío mundial

KARLA XIMENA VARGAS BERRONES

karla.vargas@uaslp.mx

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE RIOVERDE

En los últimos dos siglos la formulación y el uso de sustancias químicas contribuyeron al desarrollo económico y social mundial. Como resultado, miles de mezclas químicas (de origen sintético y natural) forman parte de nuestro medio ambiente y de la vida diaria. En la actualidad, el mercado mundial ofrece una gran cantidad de productos químicos, los cuales están sujetos a sistemas reglamentarios de inventario y demanda. El aumento en la producción global de químicos sintéticos creció exponencialmente. Hoy en día existen más de 80 mil químicos que son utilizados para la manufactura de productos diseñados para cumplir con las necesidades humanas como agentes limpiadores, fármacos, cosméticos, fragancias, productos de cuidado personal, entre otros y que son desechados de forma indiscriminada como parte de un proceso de manufactura o como basura industrial. La mayoría de estos químicos pueden generar serios problemas en la salud humana, algunos de los principales efectos son: procesos anormales fisiológicos, problemas reproductivos, incremento en incidencias de cáncer, desarrollo de resistencia bacteriana y potencial incremento de toxicidad (Gogoi *et al*, 2018). Cada uno de estos contaminantes presenta mecanismos diferentes de acción y pueden tener un efecto específico, o bien, hacer sinergia para presentar efectos adversos a menores concentraciones. En menos de una década, se ha reconocido un nuevo tipo de contaminantes que afectan significativamente la calidad del agua y que ocasionan problemas potenciales de salud y de seguridad pública. Sin embargo, debido a su reciente detección y a que se encuentran presentes en concentraciones muy bajas (partes por millón y hasta partes por billón) existe una brecha en el conocimiento de su ocurrencia, destino, comportamiento, evaluación de riesgos y efectos ecológicos y humanos. Estas sustancias son definidas como contaminantes emergentes.

Contaminantes emergentes

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (EPA, por sus siglas en inglés) define a estos contaminantes como compuestos químicos sin regulación en donde su comportamiento, impacto ambiental y repercusiones a la salud es poco entendida (2017). En la actualización del 2016 de la lista NORMAN de la Comisión Europea, se establecieron 1 036 sustancias como contaminantes emergentes. La lista incluye sustancias de uso común como pesticidas, surfactantes, cosméticos, productos para limpieza y cuidado personal; fármacos, retardantes de flama, aditivos para gasolina; así como sus productos de degradación que se usan en todo el mundo y son indispensables para la sociedad moderna. El aumento en la presencia de contaminantes emergentes en el ambiente no puede atribuirse

únicamente a actividades químicas, industrias farmacéuticas y al cambio climático; otras actividades antropogénicas como la minería, agricultura; actividades domésticas y la urbanización pueden contribuir al índice creciente de contaminación, lo que impide la disponibilidad de fuentes de agua sustentable. La ocurrencia de contaminantes emergentes en los recursos de agua es un problema continuo de salud y seguridad del consumo público. Adicional a lo anterior, las plantas tratadoras de agua tradicionales no están diseñadas para eliminar dichos contaminantes, por lo tanto, un alto porcentaje de estos y sus metabolitos pueden escapar y entrar al ambiente por los efluentes de agua del drenaje. Por esta razón, estamos expuestos a contaminantes y es crucial el desarrollo de tecnologías más avanzadas para tratar y eliminar dichos compuestos.

Disruptores endocrinos

Muchos de estos contaminantes emergentes se han categorizado como disruptores endocrinos. La EPA (2017) los define como agentes exógenos que interfieren con la síntesis, secreción, transporte, enlaces o eliminación de hormonas naturales en el cuerpo que son responsables por el mantenimiento de la homeostasis, reproducción, desarrollo y comportamiento. El sistema endocrino comprende glándulas endocrinas, hormonas y receptores que regulan actividades fisiológicas del cuerpo como la reproducción e influyen en el desarrollo del embrión, diferenciación sexual y desarrollo metabólico. Los disruptores endocrinos *grosso modo* se clasifican en estrogénicos (imitan o bloquean el estrógeno natural), androgénicos (imitan o bloquean la testosterona natural) y tiroideos (compuestos con impactos directos o indirectos a la tiroides). Los mecanismos de los disruptores endocrinos: 1) pueden ocurrir al juntarse con las células receptoras nucleares y hormonales, a veces bloquean o imitan los mensajeros químicos en el cuerpo y causan así efectos adversos, ecológicos y de salud considerables; 2) afectan las concentraciones de hormonas en el cuerpo al alterar el metabolismo; 3) causan interferencia con las señales que son controladas por las hormonas para la homeostasis y 4) pueden modificar o modular ciertos receptores mensajeros químicos de las células que son responsables de sistema inmunológico.

Algunos de los efectos de los disruptores endocrinos incluyen: la alteración del sistema reproductivo y de los niveles endógenos de esteroides, diabetes, problemas cardiovasculares, comportamiento neuronal anormal y relacionado con la obesidad. Estos xenobióticos se encuentran en la mayoría de los productos manufacturados de uso personal, desde botellas de plástico, juguetes para niños, cosméticos, pasta de dientes, hasta detergentes y fármacos (hormonas, antiinflamatorios, antiépilépticos, antidepresivos, antibióticos, medios de contraste, entre otros). El alto uso de estos químicos en el ámbito doméstico, veterinario y hospitalario principalmente, ha incrementado su presencia en aguas residuales, superficiales y potable en áreas urbanas; las principales fuentes de contaminación son las aguas residuales provenientes de laboratorios, hospitales y facilidades médicas. Existen otras fuentes de contaminación como la defecación de humanos

y animales (parcial o completamente metabolizada), a través del desecho de productos sin uso, desagüe doméstico, tanques sépticos, efluentes industriales, aguas residuales urbanas, prácticas agrícolas, limpieza en casa y actividades recreacionales. Los compuestos más comúnmente encontrados en cuerpos de agua son: antibióticos, antiácidos, esteroides, antidepresivos, analgésicos, antiinflamatorios, antipiréticos, tranquilizantes, estimulantes, drogas de prescripción y sin prescripción; medio de contraste, ftalatos, compuestos fenólicos (bisfenol A, nitrofenol, nonilfenol, alquilfenol y clorofenoles), triclosan y etinilestradiol, dietilstilbestrol y 17- β estradiol). Aunque las cantidades introducidas al ambiente son muy bajas (ppm o ppb), estas concentraciones pueden tener efectos adversos en la calidad del agua y representar un riesgo estrogénico para los ecosistemas y la salud humana (Gogoi *et al.*, 2018).

Marco regulatorio de contaminantes emergentes

Los intentos para mejorar la calidad del agua y el ambiente resultaron en un número de legislaciones en países de todo el mundo para reducir la producción y el uso de químicos peligrosos. Existen marcos de referencia regulatorios para monitorear y administrar las fuentes potenciales de contaminación de algunos contaminantes prioritarios en el ambiente acuático; empero, los contaminantes emergentes no están sometidos a las mismas regulaciones. Es común que no existan regulaciones específicas para nuevos compuestos, subproductos, farmacéuticos y productos para el cuidado personal, por lo que muy pocas precauciones o ninguna se han tomado para asegurar que no se derramen estos productos al drenaje. Debido a la poca información de los impactos, futuro y niveles de concentración de los contaminantes emergentes es problemático para los gobiernos controlar el uso y administrar los niveles que se encuentran actualmente en el ambiente; existen pocos acuerdos que concuerden sobre los contaminantes emergentes que deberían ser monitoreados. La presión hacia la regulación de compuestos tóxicos para establecer nuevas directivas en el futuro cercano es un problema que debe tratarse de manera urgente; ya que estamos expuestos a riesgos crecientes e indefinidos por la presencia de contaminantes emergentes reconocidos y sin clasificar (Stefanakis y Becker, 2016).

Contaminantes emergentes

El aumento de la producción global de químicos, utilizados en casi todos los productos diseñados para el ser humano y que normalmente son desechados, ha provocado lo que conocemos como basura industrial.



Los contaminantes emergentes son sustancias que afectan la calidad del agua y que son considerada amenazas potenciales contra la salud y los ecosistemas.



Algunas de estas sustancias incluyen:

- Pesticidas
- Cosméticos
- Productos de limpieza y cuidado personal
- Fármacos



Existen marcos regulatorios para monitorear y administrar las fuentes de algunos contaminantes; sin embargo, debido a la poca información del impacto de los contaminantes emergentes, existen pocos acuerdos que concuerden el monitoreo de estos.





KARLA XIMENA VARGAS BERRONES

Doctora en Ciencias Ambientales de los Programas Multidisciplinarios en Ciencias Ambientales de la UASLP. En la actualidad es posdoctorante en el Instituto Tecnológico Superior de Rioverde y trabaja en la estancia posdoctoral titulada "Ocurrencia de sales cuaternarias de amonio y sus subproductos de purificación en muestras de agua. Un desarrollo tecnológico sostenible para su sustitución en desinfectantes".

Perspectiva en América Latina

Los estudios de contaminantes emergentes en América Latina son recientes y han aumentado de forma importante en la última década. Uno de los primeros estudios fue el de Stumph *et al.* (1999), en el que se reporta la identificación de fármacos y sus metabolitos en aguas en Río de Janeiro y se hace énfasis en la falta de información de contaminantes emergentes en América Latina. Actualmente, los contaminantes emergentes más estudiados en dicha región son los fármacos (ibuprofeno, carbamazepina, trimetoprim, sulfamethoxazole, cafeína y naproxeno), seguidos por productos de cuidado personal y, por último, los disruptores endocrinos. Debido a la falta de regulación en esta área geográfica existe una descarga acelerada y creciente de estos compuestos, lo cual representa un riesgo importante en el impacto ambiental y en la salud pública (Vargas Berrones *et al.*, 2020). Se ha reportado que Ecuador seguido por México son los países que más realizan estudios al respecto (Peña Guzmán *et al.*, 2019).

En la actualidad, investigadores cuantifican y estudian los contaminantes emergentes en el ciclo del agua para proveer una oportunidad en la planeación del control y tratamiento de estos contaminantes con el fin de reducir los impactos en el medio ambiente y en la salud humana. Pese a esto, en América Latina el estudio de contaminantes emergentes no se ha realizado con este propósito; la corriente actual es que las investigaciones hechas en estos países son más científicas y académicas que para el manejo del ciclo del agua urbana o como una fuente de regulaciones y políticas públicas.

Comentarios finales

Los contaminantes emergentes representan un nuevo desafío global para el mantenimiento de la calidad del agua, pues son amenazas potenciales contra la salud humana y los ecosistemas. Tan importante resulta este tema que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) lo integró en

los Objetivos de Desarrollo Sostenible como Objetivo No. 6, que es el de garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Hay una falta de información sobre la presencia de contaminantes emergentes en varias regiones del mundo, principalmente en países en vías de desarrollo como la región de América Latina. En esta pequeña revisión se identificaron algunas de las principales causas, que son la falta de legislación, alto costo del análisis en matrices ambientales y desconocimiento de los efectos probables. La espaciada y temporal variabilidad de la mayoría de los contaminantes emergentes en el ambiente es un tema de interés desde una perspectiva regulatoria y de investigación, por lo que se espera un crecimiento en los compuestos regulados en un futuro cercano. El problema principal con los contaminantes emergentes es que la mayoría sigue sin regulación y existe poca información al respecto de la ocurrencia y destino de estos en el agua. Como respuesta existe un esfuerzo de muchos países para estudiar su ocurrencia y destino en el ambiente. Es necesario que se adopten buenas prácticas y políticas ambientales para mitigar el riesgo potencial a la salud humana y ecológica con base únicamente en un enfoque del principio precautorio. **UP**

Referencias bibliográficas:

- EPA (2017). Contaminants of Emerging Concern.
- Gogoi, A., Mazumder, P., Tyagi, V. K., Tushara Chaminda G. G., An A. K. y Kumar, M. (2018) Occurrence and fate of emerging contaminants in water environment: A review. *Groundwater for Sustainable Development*; 6, pp. 169-180.
- Peña-Guzmán, C., Ulloa-Sánchez, S., Mora, K., Helena-Bustos, R., Lopez-Barrera, E., Alvarez, J., et al., (2019). Emerging pollutants in the urban water cycle in Latin America: a review of the current literature. *Journal of Environmental Management*. 237, pp. 408-423.
- Vargas-Berrones, K., Bernal-Jácome, L., Díaz de León-Martínez, L. y Flores-Ramírez, R. (2020) Emerging pollutants (EPs) in Latin América: A critical review of under-studied EPs, case of study -Nonylphenol-. *Science of The Total Environment*. 726. 138493.
- Stefanakis, A. y Becker, J. A. (2015) A review of emerging contaminants in water: Classification, sources and potential risks. En Elaine Mckeown y George Bugyi (Eds.) *Impact of Water Pollution on Human Health and Environmental Sustainability*, pp. 57-82. Estados Unidos de América: IGI Global.
- Stumpf, M., Ternes, T. A., Wilken, R. D., Rodrigues, S. V. y Baumann, W. (1999). Polar drug residues in sewage and natural waters in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Science of The Total Environment*. 225(1), pp. 135-141.