

Nuevo Desafío: Los Contaminantes Emergentes en el Agua

Ilaria Berruti, María Inmaculada Polo López, Isabel Oller Alberola

En la actualidad, la presencia de los conocidos como “Contaminantes Emergentes” es una de las principales preocupaciones y uno de los desafíos en materia de tratamiento y calidad del agua. Los Contaminantes Emergentes son sustancias químicas de diferente origen que pueden afectar a nuestra salud y a la calidad de un recurso natural limitado e imprescindible para la vida como el agua.

En los últimos años, la preocupación por la presencia tanto en agua residual como en agua potable de los conocidos como “Contaminantes Emergentes” ha crecido entre la comunidad científica y la sociedad. Pero ¿Qué se entiende por “emergente”? y ¿Cuál es la diferencia con los contaminantes convencionales?

Los contaminantes convencionales son sustancias químicas conocidas, perfectamente descritas en normativas, y cuyos efectos tóxicos para la salud humana y el medioambiente están ampliamente estudiados. Un ejemplo típico es la contaminación del agua por metales pesados y, entre ellos, destaca el mercurio. Todos hemos oído hablar de los niveles de mercurio en el agua, en el pescado y recordamos el ritual de medir la fiebre con el termómetro de mercurio. No obstante, existen numerosos estudios que demuestran la toxicidad de este metal y el riesgo que supone para la salud humana¹, destacando especialmente su efecto sobre el desarrollo fetal y los primeros años de vida de un ser humano de acuerdo con la organización mundial de la salud (OMS). Como prueba de su toxicidad y como medida para prevenir una posible exposición humana, en 2014 entró en vigor una directiva de la Unión Europea, por la que se prohíbe la comercialización de aparatos domésticos que contengan mercurio.

Por otro lado, la sociedad del consumo y del bienestar ha causado el problema “moderno” de los contaminantes emergentes que son sustancia de origen natural o humana presentes en el agua en concentraciones muy bajas (rango de nanogramo a microgramo por litro). El desarrollo de nuevos métodos de análisis y más sensibles ha permitido detectar la presencia de estas sustancias en el agua, las cuales todavía no están reguladas y poco se sabe sobre sus efectos tóxicos y nocivos a medio-largo plazo sobre la salud humana y el medioambiente.

Tenemos muy claro el significado y el impacto de contaminación por vertidos ilegales o tóxicos de una industria a un río y al mar, pero ¿somos conscientes de cómo nuestras acciones diarias tales como medicarse, hacer la colada, ducharse o despertarse e ir al baño conllevan también la contaminación del agua?

"Cada acción diaria en nuestros hogares contamina el agua"

Los contaminantes emergentes son sustancias de uso diario y por esta razón no son percibidos como tales. En esta categoría encontramos fármacos (antibióticos, analgésicos y antihipertensivos), productos de aseo personal (ingredientes contenidos en perfume, maquillaje, protector solar), los tensioactivos (presentes en los detergentes), las drogas ilegales, los edulcorantes, la cafeína y la nicotina, los pesticidas y los disruptores endocrinos (definidos como sustancias químicas capaces de alterar el sistema hormonal, causando feminización y desarrollo sexual anormal).



El uso masivo, excesivo e innecesario de antibióticos está provocando otro fenómeno muy preocupante: la generación de las “*súper-bacterias*”. Las bacterias cada vez con mayor frecuencia encuentran la manera de protegerse y de volverse invencibles a los antibióticos. La Figura 1 es una viñeta representativa de este fenómeno, donde la bacteria Jerry (del dibujo animado Tom y Jerry), por determinadas circunstancias se ha vuelto invencible e inmune al ataque de diferentes antibióticos que el ser humano (representado por Tom) ha utilizado previamente y sin control en sus actividades diarias.



Figura 1. Bacterias resistentes a antibióticos (Cefalosporinas como ejemplo de antibiótico).

Posteriormente, Tom se da cuenta de que su arma (el antibiótico) no puede hacer nada en la lucha contra la bacteria Jerry. Este ejemplo refleja el importante impacto de los antibióticos en la sociedad actual, que está derivando en una ausencia de armas sanitarias frente a los ataques bacterianos (entendidos como infecciones en el ser humano). Esto por tanto, conlleva aumentar nuestro conocimiento y tecnología científica para el desarrollo de nuevos antibióticos, además de luchar para evitar que este efecto siga creciendo; lucha que no siempre seremos capaces de ganar.

Los contaminantes emergentes han sido detectados en agua residual municipal, aguas superficiales (ríos, lagos y mar) y subterráneas y también en agua potable. Para entender la razón, la gravedad del problema y el fallo en el sistema es necesario introducir el concepto de ciclo urbano e integral del agua (Figura 2). El agua potable es distribuida y consumida en hogares, comercios, industrias y agricultura. Una vez utilizada, es conducida a través del sistema de alcantarillado a las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR), donde es tratada a lo largo de varias etapas para ser devuelta al medio natural en las mejores condiciones. El ciclo vuelve a empezar con la captación del agua en los recursos naturales, su tratamiento en la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) y, a continuación con su distribución, a través de una red de abastecimiento de agua, hasta los usuarios finales para su uso y consumo.

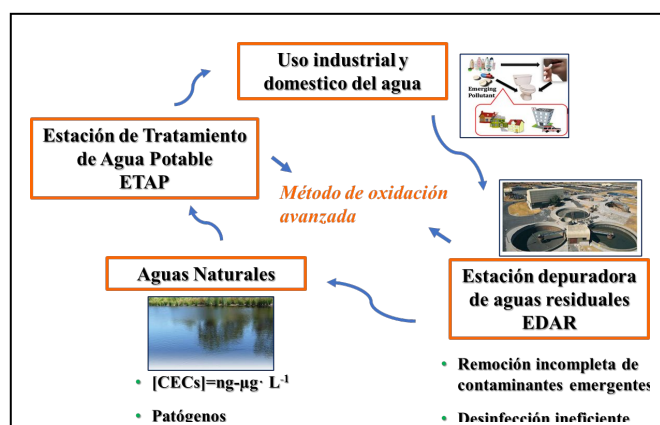


Figura 2. Ciclo integral y urbano del agua.

Conociendo el camino del agua urbana, ¿dónde está el fallo que lleva a la presencia de estos contaminantes emergentes en las aguas naturales? y ¿por qué podemos llegar a encontrar por ejemplo cafeína en el agua que llega hasta el grifo de nuestra casa?

Para responder a estas preguntas, es necesario considerar otra característica de estos contaminantes emergentes: son persistentes y bio-resistentes, es decir que no se degradan total o solo parcialmente por la acción biológica de los microorganismos. Las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) tienen implementado un proceso biológico para la degradación de los compuestos químicos pero no están diseñadas para la eliminación completa de todos estos contaminantes emergentes. Por

eso se consideran como las principales fuentes antropogénicas del vertido al medioambiente de estos tipos de compuestos².

"Las EDAR son la principal fuente antropogénica que causa la presencia de los contaminantes emergentes en el agua"

Una vez liberados en el medioambiente, los contaminantes emergentes pueden ser degradados por diferentes factores o pueden encontrarse en el agua potable en concentraciones muy pequeñas por la baja capacidad de eliminación de los compuestos más resistentes en la Estación de Tratamiento de Agua Potable³.

Como consecuencia es fundamental: 1) conocer los efectos tóxicos de estas sustancias sobre la salud humana y el medioambiente a corto y largo plazo, 2) investigar y desarrollar nuevos métodos analíticos para detectar compuestos que están presentes en concentraciones muy bajas y 3) desarrollar nuevas tecnologías para la eliminación de estos contaminantes, que tienen que ser implementadas en los sistemas de depuración con el objetivo de obtener una buena calidad del agua y no perjudicar al medioambiente.

La protección de los recursos naturales es crucial para la sociedad actual, su contaminación es un problema complejo y *'Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos'* es uno de los objetivos del desarrollo sostenible según la OMS.

"Agua es vida, no la desperdicias"

La investigación juega un papel importante en todas las etapas y en los últimos años destacan muchos proyectos con la finalidad de encontrar respuestas a los grandes desafíos que se presentan. Entre ellos, el proyecto ETN *AQUALity* (N. 765860) tiene como objetivo averiguar el destino ambiental de diferentes tipos de contaminantes emergentes y desarrollar herramientas para detectar nuevos contaminantes, no descubiertos todavía, en el agua así como investigar nuevos métodos de tratamiento para su efectiva degradación, buscando soluciones que sean respetuosas y sostenibles para el medioambiente. En los últimos años, los procesos de oxidación avanzada han demostrado ser eficaces, efectivos y una válida alternativa para la eliminación de estos tipos de contaminantes. Estos tratamientos se basan en la generación de especies muy reactivas obtenidas mediante reacciones químicas impulsadas por la luz, no obstante se requiere más investigación para encontrar la tecnología más adecuada considerando aspectos como el coste, el rendimiento y la sostenibilidad de un tratamiento de agua contaminada a gran escala.

Además el investigador tiene otra función importante, osea la de transmitir los conceptos y los alcances obtenidos en laboratorio a la sociedad, con el objetivo de concienciar a todo el mundo sobre los problemas que nos afectan. Solo de esta forma, el ciudadano podrá entender que su participación en la lucha es activa y que será posible vivir de manera sostenible como huésped y no como dueño de la tierra solo actuando de forma consciente y siendo consumidores responsables.

Fuentes bibliográficas:

[1] Jean-Lou C. M. Dorne et al. Human risk assessment of heavy metals: principles and applications. *Met. Ions Life Sci.* **2011**, 8, 27–60.

[2] Rizzo L. et al. Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater. *Science of the Total Environment.* **2019**, 655, 986–1008.

[3] Mompelat, S.; et al. O. Occurrence and fate of pharmaceutical products and by-products, from resource to drinking water. *Environ. Int.* **2009**, 35, 803–814.

