


# NUEVOS Y VIEJOS CONTAMINANTES

Por: Jhon J. Fernández\*, Alexander Santamaria\*, Jazmín Porras Lopez\*,  
Ricardo A. Torres-Palma\*\*, María Cristina Bedoya Diez\*\*

Si queremos encontrar vías eficientes para degradar contaminantes persistentes en aguas y que además no causen un problema mayor al medio ambiente, es necesario iniciar con experimentación en el laboratorio. En la fotografía: un reactor de radiación ultravioleta (UV) es nuestro principal aliado para simular y estudiar los procesos fotoquímicos asociados a la degradación de contaminantes persistentes.

Fotografía Revista Experimenta.



***Cientos de contaminantes amenazan la vida en la Tierra. ¿Qué son y de donde vienen los contaminantes emergentes?, ¿Cómo ayudamos a la naturaleza a combatir los nuevos contaminantes? Investigadores de la Universidad de Antioquia e instituciones extranjeras se han unido para proponer alternativas a esta nueva realidad de la contaminación en aguas.***

*\* Dr. en Ingeniería Química y de Procesos. Dr. en Ingeniería Química. Dra. en Química. Integrantes del grupo Química de Recursos Energéticos y Medio Ambiente.*

*\*\* Dr. en Ciencias Químicas. Química. Investigadores del Grupo de Investigación en Remediación Ambiental y Biocatálisis. Instituto de Química.*



El ecosistema acuático cubre el 71% de la corteza en la Tierra, pero solamente un 0,3% del agua es apta para consumo humano, el restante 99,7% es agua salada; lo más sorprendente es que de esa pequeña porción depende la supervivencia del hombre. Pero el agua en nuestro planeta no es un cuerpo estático: aunque hay un equilibrio natural que mantiene estas proporciones; en el ciclo del agua participan la evaporación desde los grandes contenedores -mares y lagos- y la precipitación en forma de lluvia.

Nuestro país es rico en fuentes hídricas y tal vez debido a ello perdemos la conciencia sobre lo importante que es preservar los ríos, lagos, lagunas, glaciares y nevados. Pero también desconocemos la magnitud y el costo del tratamiento de aguas naturales para consumo humano y el de aguas residuales domésticas e industriales.

La contaminación es la presencia o incorporación al ambiente de sustancias o agentes perjudiciales para el hombre o los ecosistemas. Generalmente se agrupan como aquellos contaminantes que llegan al agua, aire o suelos. Sin embargo, la calidad de agua es vital para el equilibrio y la vida en la Tierra y resulta muy afectada; ya que llegan contaminantes por descargas directas, o desde el suelo y aire arrastrados por las lluvias. Los contaminantes pueden llegar a los ecosistemas

acuáticos en forma natural (por arrastre de materia orgánica de suelos, por disolución de minerales de zonas volcánicas, por aguas térmicas, por desastres naturales, entre otros), o por la actividad del ser humano o antropogénica (descarga de aguas domésticas e industriales y agroquímicos). En la actualidad, a estos “viejos contaminantes” se suman los nuevos, llamados “contaminantes emergentes”. Con este término se designan en la mayoría de los casos a grupos de compuestos químicos de uso común, tanto naturales como sintéticos, que no están incluidos en las regulaciones existentes pero que potencialmente ya representan un riesgo para el ambiente. La característica de estos grupos de contaminantes es que son persistentes en el ciclo del agua, debido a que los mecanismos de depuración

actuales no fueron diseñados para eliminarlos.

---

**Entre el 30 y el 70% de los antibióticos que tomamos no son asimilados por el cuerpo y se eliminan en la orina o en las heces y van a dar a las aguas residuales.**

---

Para ilustrar la situación, tomemos como ejemplo el grupo de los fármacos representado por los antibióticos que se recetan a diario para combatir infecciones en seres humanos y animales.

Se ha encontrado que entre el 30 y el 70% de los antibióticos que tomamos no son asimilados por el cuerpo y se eliminan en la orina o en las heces y van a dar a las aguas residuales en el mejor de los casos; estas aguas residuales pasan a la planta de tratamiento que elimina los sólidos y algunos microorganismos,

pero desafortunadamente hoy los procesos de depuración no están diseñados para eliminar los antibióticos y éstos pasan a los acuíferos, inclusive ya han sido detectados en aguas de consumo humano en muchos países. El problema mayor radica en que los microorganismos o bacterias presentes en las aguas evolucionan generando resistencia a la acción de los antibióticos. Cuando los seres vivos consumen tales aguas están ingiriendo microorganismos resistentes por lo que los medicamentos ya no serán efectivos para combatir las infecciones.

De acuerdo a organismos internacionales, ya no es suficiente tratar las aguas con las tecnologías convencionales, necesitamos dar un paso más y trabajar en el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan degradar o reducir de manera localizada en la fuente, el impacto de los contaminantes emergentes en aguas. Pero, entonces, ¿Cómo ayudamos a la naturaleza a luchar en contra de los nuevos contaminantes?

Investigadores de la Universidad de Antioquia de los grupos Química de Recursos Energéticos y Medio Ambiente -QUIREMA- y Remediación Ambiental y Biocatálisis -GIRAB-, con el apoyo de la Universidad Blais Pascal en Francia y la Escuela Politécnica Federal de Lausana en Suiza, han unido esfuerzos para comprender y proponer alternativas a esta nueva realidad de la contaminación en aguas. La estrategia es utilizar dos componentes abundantes con que cuenta la misma naturaleza: la luz solar y la materia orgánica disuelta en las aguas. Con sus investigaciones se quieren comprender los mecanismos naturales de depuración de los contaminantes en aguas, asociados al efecto conjunto de la energía suministrada por el Sol y la presencia de las sustancias húmicas que son el mayor componente de la materia orgánica disuelta en el agua. Este conocimiento será utilizado para proponer procesos complementarios en las plantas actuales de tratamiento y evitar que los nuevos contaminantes transiten libremente por el ciclo del agua.

Un caso fue el estudio de un nuevo contaminante detectado en aguas, el antibiótico ciprofloxacina, recetado en contra de muchos tipos de infecciones

y es uno de los más vendidos en el mundo luego de las penicilinas. Cuando este fármaco llega a las aguas podría ser descompuesto con la ayuda de la luz solar en forma natural sólo hasta un 56%, proceso conocido como fotólisis. Pero cuando se propició, además, la participación de una sustancia húmica de origen natural y se adecuaron las condiciones en el laboratorio se logró aumentar el porcentaje de la fotodegradación a un 93% y confirmar que no había efectos de resistencia microbiana.

Un segundo estudio sobre un viejo contaminante que llega a los acuíferos,

el pesticida clorotalonilo -comercialmente vendido en Colombia como Bravo 500 y Daconil, entre otros nombres- es producido a partir de reconocidos tóxicos para los ecosistemas como el benceno, cloro y cianuro, y ha sido declarado como agente cancerígeno. Es ampliamente usado en Latinoamérica como fungicida y en contra de otras plagas que azotan los cultivos de frutas, hortalizas y plantas ornamentales y, en consecuencia, llega en grandes cantidades a lagos y ríos. Por desgracia en este caso, la descomposición natural o fotólisis es muy poca, 15%, y su efecto persiste en las aguas. Como en el caso anterior, se optimizaron las condiciones y se usaron diversas sustancias húmicas hasta lograr un proceso de fotodegradación eficiente, el cual pudo mejorar la descomposición hasta en un 75%.

Es importante resaltar este tipo de investigaciones que se abre camino para implementar procesos de tratamientos de agua residuales, donde la luz solar es un aliado importante para descontaminar efluentes, particularmente en Colombia donde tenemos la fortuna de contar con la luz solar en gran parte del día y durante todo el año. ✕

---

## Con las nuevas investigaciones se abren caminos para implementar procesos de tratamientos de agua residuales en los que la luz solar es un aliado importante para descontaminar efluentes.

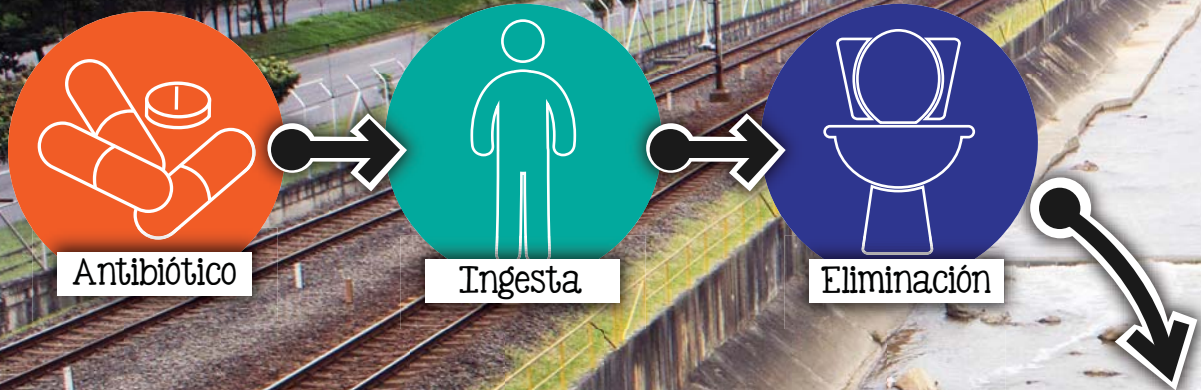
---

### GLOSARIO

**Efluentes:** aguas servidas que contienen desechos líquidos, sólidos y gaseosos.

**Sustancia húmica:** mezcla heterogénea de pequeñas moléculas formada por la transformación de células muertas. Son componentes del humus.

Dado que aún no existen procesos eficientes para la eliminación de antibióticos en aguas residuales, estos podrían ser reingeridos por las personas pues estas aguas tratadas llegan nuevamente a ríos y lagos.



## Principales grupos de contaminantes emergentes



Fármacos

Diazepan,  
paracetamol,  
carbapenem,  
ciprofloxacina,  
fluoxetina



Drogas de abuso

Anfetaminas,  
cocaína,  
tetrahidrocannabinol



Esteroides  
y hormonas

Estradiol,  
estrona,  
estriol,  
diétilstilbestrol



Biocidas

Triclosan,  
clorofeno



Filtros solares

Benzofenona,  
ácido octidimetil-p-aminobenzoico (ODPABA)



Fragancias

Musks policíclicas,  
nitromusks



Planta de tratamiento

Disposición en ríos y lagos



**Insecticidas y repelentes**

Piretroides,  
N,N-dietiltoluidina (DEET)  
Clorotalonilo



**Antioxidantes y conservantes de alimentos**

Fenoles,  
parabenes



**Detergentes y Subproductos de desinfección**

Alquifrenoles,  
Bromaldehídos,  
cianoformaldehídos,  
bromato



**Aditivos de gasolinas**

Éteres de alquilo,  
metil t-butil éter (MTBE)



**Plastificantes**

Ftalatos, bisfenol A,  
ácido perfluoroocta-  
noico (PFOA),  
perfluorooctanosul-  
fonato (PFOS)



**Agentes y aditivos industriales**

Ftalatos, bisfenol A,  
ácido perfluoroocta-  
noico (PFOA),  
perfluorooctanosul-  
fonato (PFOS)