



## ¿Cómo podemos *limpiar* el agua? La depuración

Por Susana Serrano Barrero



Que el agua es esencial para la vida es algo que ya sabes; todos los seres vivos necesitan agua para su supervivencia (por ejemplo, en el hombre alrededor del 60 o 70% del peso corporal es agua). Sin embargo, el agua no solo es esencial para los procesos vitales, también la utilizamos diariamente para limpiar nuestras casas, lavarnos, retirar los residuos que se generan en el baño, regar y limpiar jardines y calles... Todo este **agua "sucia"** que se recoge por el sistema de alcantarillado está cargada de detergentes, productos químicos y sobre todo de materia orgánica de origen fecal, la cual, a su vez, puede también contener microorganismos que se encuentran en nuestro intestino.

En estas condiciones, estas aguas cargadas de residuos (por eso se les denomina aguas residuales) no pueden ser vertidas a un río, un lago o el mar porque provocarían un daño en el medio ambiente, la pérdida de especies vivas o biodiversidad, e incluso podrían originarse enfermedades si algún animal o el hombre la ingiere para beber o se riegan con ella alimentos.

¡Imagina bañarte en un lugar como el de la imagen! Pues eso deben pensar los peces, los artrópodos, el plancton y hasta las plantas que ponen sus raíces en las orillas de estos lugares estropeados por la suciedad humana.



Para que las aguas naturales no se deterioren y evitar riesgos para la salud, el hombre ha diseñado las **depuradoras de aguas residuales**.

Curiosamente, entre los diversos tipos de depuración, la más eficaz es la denominada "depuración biológica" que se basa en la utilización de comunidades muy complejas de organismos vivos, en concreto microorganismos, que tienen la capacidad utilizar todas estas sustancias residuales como "alimento", es decir, ¡pequeños organismos microscópicos nos permiten limpiar las aguas que ensuciamos! (Recuerda entonces que los microorganismos pueden ser muy dañinos, en su parte infecciosa, o muy beneficiosos en su papel descomponedor de la materia orgánica).

### ¿Cuáles son los pasos que se siguen en la depuradora?

Si en alguna ocasión habéis visto el agua que entra por una alcantarilla, observaríais que a su alrededor se acumulan un montón de plásticos, papeles y otras cosas de un tamaño variable que venían con el agua sucia y con olor fecal. Por eso, cuando el agua residual llega a la depuradora pasa en primer lugar por una serie de máquinas -peines- que eliminan todos esos restos sólidos más grandes,



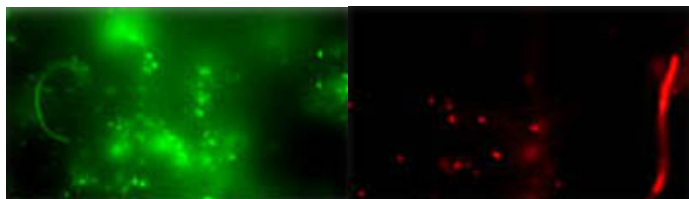
luego se quitan las grasas (aprovechando que estas flotan sobre el agua se retiran de la superficie) y las arenas (dejando que sedimenten). Posteriormente el agua pasa a otro gran contenedor con el fondo cónico, el reactor primario, para que sedimenten los elementos sólidos más pequeños.

Aún después de haber eliminado todos los residuos más grandes, muchas sustancias en disolución o unidas a agregados sólo visibles al microscopio permanecen en el agua. Es entonces cuando pasan al reactor biológico (se denomina así porque es un gran tanque rectangular o circular en el que la actividad de los organismos vivos permitirá la eliminación de casi todos los contaminantes).

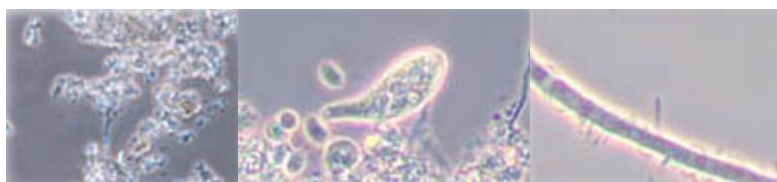


Y en esta "piscina" (imagen de la izquierda), el reactor biológico, el sistema de limpiar el agua consiste en poner en contacto a la suciedad con los microorganismos que la van a "comer". Para ello, los microorganismos tienen que mezclarse muy bien con el agua y el oxígeno, por lo que los reactores biológicos deben tener sistemas de aireación y de mezcla muy eficaces. Los reactores biológicos pueden tener diferentes diseños: en algunos casos los microorganismos se mantienen en suspensión en el agua formando pequeños agregados que se llaman flocúlos (esas "masas" que has visto flotar en las aguas sucias); en otros casos, se desarrollan sobre soportes fijos formando una película mucosa.

Además hay mucha actividad biológica: en las fotos inferiores hemos utilizado una tinción que permite distinguir en verde los organismos vivos que como ves son mucho más numerosos que los rojos).



Y ¿qué microorganismos digieren la suciedad? si coges una muestra del reactor biológico y la observas al microscopio verías algo parecido a esto:

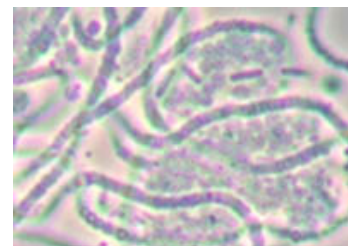


**100 aumentos 400 aumentos 1000 aumentos**

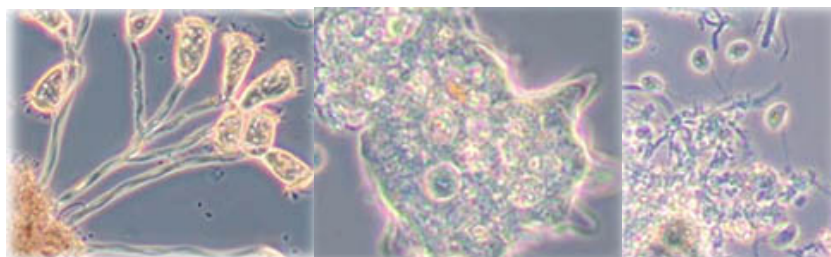
En la primera foto, a 100X aumentos, ves los agregados y apenas se distinguen los microorganismos. A 400X aumentos ya se ven con claridad algunos organismos de mayor tamaño, como los protistas de la foto del centro pero si aumentamos la imagen mil veces (1000X) podemos observar las bacterias con más detalle (fíjate que la bacteria que se observa a la derecha se ve como un filamento finísimo en la foto del centro, con menos aumentos).

Los principales organismos que encontramos en las depuradoras son bacterias y protistas, aunque también puede haber pequeños animales microscópicos (micrometazoos):

**Bacterias:** Son las principales responsables de la eliminación de contaminantes. Son muy diversas, con formas variables: cocos, bacilos, filamentos, aisladas o en agrupaciones. Algunas de ellas son muy difíciles de identificar y se suele recurrir a técnicas moleculares muy precisas. Las más importantes son las que transforman el nitrógeno orgánico (de nuestras proteínas) y el inorgánico en gaseoso que es liberado a la atmósfera.



**Protistas:** Junto con las bacterias, son muy abundantes. Su función principal es eliminar bacterias de forma que evitan que las bacterias crezcan sin control y también eliminan patógenos del agua. Muchos de ellos se asocian a los flocúlos. También son muy útiles porque algunos de ellos son abundantes en determinadas condiciones de la planta y se dice que son bioindicadores. A continuación, se muestran un ciliado colonial, *Epystylis sp.*, muy frecuente en depuradoras, una ameba y una serie de pequeños flagelados.



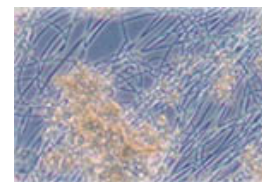
**Micrometazoos:** Principalmente rotíferos y nematodos, suelen verse cuando el tiempo que permanece el agua en el reactor es muy largo.

Cuando el agua residual pasa un tiempo adecuado en el reactor biológico ya no tiene apenas residuos, pero tendremos que separar a

los microorganismos del agua si no queremos que todo vaya a parar al río. Por eso es fundamental pasar el agua "limpia" y los flóculos a otro gran reactor con fondo cónico en el que los agregados sedimentarán en el fondo formando un fango que se llama "activo" porque tiene muchos microorganismos; el agua saldrá por la parte superior hasta el río, un arroyo, al mar...

Aunque todo parece muy sencillo, hay que tener controladas muchas cosas en este proceso porque si no es así pueden crecer excesivamente algunos tipos de microorganismos e impedir que el agua se separe del fango o provocar que los organismos vivos del reactor mueran y no se depure el agua.

Por ejemplo si las bacterias que forman filamentos crecen muchísimo, como en la fotografía, los agregados no sedimentan en el fondo, se dice que el fango "se esponja" y el agua limpia no puede separarse, ¿cómo va a separarse el agua si las bacterias están por todas partes!



En las últimas décadas los reactores biológicos se han diseñado de diferentes formas para conseguir eliminar también biológicamente el nitrógeno y el fósforo, estos compuestos pueden resultar muy dañinos para las aguas porque hacen que estas degeneren, ocasionan el agotamiento del oxígeno, los organismos fotosintéticos en la superficie forman grandes masas y se produce la muerte de peces y el depósito acelerado de sedimento (este fenómeno se llama eutrofización).

En la actualidad se están realizando muchos progresos con la calidad del agua que sale de las depuradoras porque como ya sabrás existe una gran escasez de agua. En algunas de ellas, el tratamiento biológico se ha acoplado a un sistema de ultrafiltración: el agua pasa por unos filtros de tamaño diminuto que retienen las pocas bacterias y algunos productos que aún se encontraban en el agua de salida (efluente). Esto permite que estas aguas puedan ser reutilizadas para el riego de jardines, el riego de parques, etc.

No debemos tampoco olvidar las industrias, muchas de ellas vierten gran cantidad de residuos que a veces se pueden degradar y a veces son muy difíciles de utilizar por los seres vivos. Según la Unión Europea y otros organismos de gestión internacionales, las industrias que contaminan el agua con cualquiera de ellos, tienen que instalar sus propias depuradoras y evitar el problema. ¡Es increíble que estas cosas no se hayan controlado hasta finales del siglo XX!

Además cada vez aparecen más productos químicos en el agua que, aunque en principio no eran peligrosos, han alcanzado tales concentraciones que pueden resultarnos dañinos. Productos que se utilizan en exceso en los países desarrollados como los medicamentos: el ibuprofeno o los medicamentos para el colesterol han alcanzado concentraciones preocupantes en las aguas, productos que se utilizan en las sartenes, otros que son comunes en productos cosméticos... todos ellos tendrán que ser controlados en un futuro muy cercano.

En definitiva, la actividad del hombre y la aglomeración en grandes ciudades ha provocado la generación de grandes cantidades de residuos líquidos que no pueden introducirse en las aguas naturales porque las deterioran y además, con el desarrollo industrial, la cantidad de productos que contaminan las aguas es más elevada. ¿No vamos a hacer nada? Tenemos que cambiar nuestra mentalidad, el planeta en el que vivimos está sufriendo, especialmente las aguas de nuestros ríos, nuestras costas, nuestro entorno, etc.



**CUIDEMOS EL AGUA,  
SIN AGUA NO HAY  
VIDA**

## Para saber más

Algunos enlaces de interés:

- [http://ies.sanisidro.madrid.educa.madrid.org/biologia/ciclo\\_agua/](http://ies.sanisidro.madrid.educa.madrid.org/biologia/ciclo_agua/)
- <http://www.aguasresiduales.info/>

- [http://www.aguasdevalencia.es/portal/web/index\\_AGUAS.html](http://www.aguasdevalencia.es/portal/web/index_AGUAS.html)

Otro recurso de *Chispas de la Ciencia* sobre **protistas**:

[Mi historia con un protista](#), por Pilar Calvo



**Este recurso ha sido preparado por Susana Serrano Barrero, que es profesora titular de Microbiología en la Facultad de CC. Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid.**

## Otros recursos en este CHISPAS DE LA CIENCIA:

- [El \(famoso\) virus del ébola](#)
- [El primer cometizaje de la historia](#)
- [Un niño llamado Santiago](#)
- [Astronomía para niños \(y mayores\) en Naukas Kids](#)
- [Premios ENCIENDE, ENCIENDE-SEM y ENCIENDE-SOCIEMAT](#)

[Volver al sumario CHISPAS DE LA CIENCIA](#)

[ENCIENDE](#) | [Aviso legal](#) | [Contacto](#)