

# **CAPÍTULO 6**

## CONTAMINACIÓN DE LOS AMBIENTES ACUÁTICOS

Paola Alberti - Juan Cruz González - Sebastián Albanesi  
María de Lourdes Gultemirian - Eduardo Domínguez



**E**l agua es imprescindible para nuestra vida. Nuestro cuerpo está formado en un 70% por agua y la superficie del planeta está cubierta en un 70% por ella. Sin embargo, del total existente en la naturaleza, tan solo un pequeño porcentaje (2,5%) corresponde a agua dulce. De este total, aproximadamente el 68% se encuentra en los casquetes polares y en glaciares. Las fuentes de agua dulce superficial, como ríos y lagos, sólo constituyen aproximadamente el 0,0006% del agua total. Además, existen múltiples amenazas asociadas a la contaminación, la extracción excesiva, los cambios del uso del suelo, y el calentamiento global que hacen que la disponibilidad de agua en buen estado sea limitada. La alteración de éste bien, tiene consecuencias directas en la salud humana, situación que se torna más grave por la demanda creciente asociada al aumento demográfico. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente el 70% de las enfermedades están asociadas al consumo de agua no potable o a la manipulación de alimentos de manera no segura.

### Calidad del agua

La calidad del agua (Capítulo 1) es una medida de su aptitud en función de características físicas, químicas y biológicas requeridas para cada uso particular. Para determinarla, se miden y analizan características como la temperatura, la materia orgánica, minerales disueltos y la cantidad de bacterias. Luego, estas características se comparan con estándares numéricos y pautas que se encuentran en la legislación para decidir si el agua es adecuada para un uso en particular. Agua perfectamente apropiada para lavar un automóvil o regar, puede no ser apropiada como agua potable.

### Calidad biológica y ecológica

La calidad biológica del agua se refiere a los cambios estructurales medidos mediante la comunidad de organismos. Es decir que, una buena calidad biológica del agua, será aquella que es capaz de sostener una comunidad semejante a la que se encontraría en condiciones naturales. Por otro lado, el concepto de calidad ecológica del agua, tiene en cuenta el estado de su entorno, así como su capacidad de mantenerse en el tiempo.

### Contaminación del agua

La contaminación es la alteración física y/o química de la estructura del agua y sus componentes, estos cambios pueden causar daños a los or-

ganismos que dependen de ella. Además, se entiende por contaminación la presencia de sustancias químicas o de otra naturaleza en concentraciones superiores a las condiciones naturales del agua. Entre los contaminantes más importantes se encuentran los *microbios*, los nutrientes, los metales pesados y los compuestos orgánicos. El calor también es un agente contaminante, ya que al elevar la temperatura del agua puede alterar ciertos aspectos. Temperaturas elevadas reducen el nivel de oxígeno disuelto en el agua, lo cual afecta negativamente el crecimiento y supervivencia de los organismos acuáticos.

Las principales causas de la contaminación son los vertidos de aguas residuales urbanas e industriales sin tratamiento, así como las prácticas agrícola-ganaderas deficientes.

### Tipos de contaminantes

Los contaminantes físicos afectan principalmente la apariencia u otras propiedades físicas del agua. Ejemplos de estos contaminantes son el aumento de la temperatura del agua y sedimentos o material orgánico suspendido que aumentan su turbidez, dificultando la vida de algunos organismos. Los sedimentos, además, pueden impedir el paso de la luz, afectando el proceso de fotosíntesis, obstruir las branquias de los peces o alterar los microambientes donde viven organismos acuáticos.

Los contaminantes químicos abarcan diferentes sustancias naturales o artificiales. Estos pueden ser inorgánicos como ácidos, sales, metales (como mercurio y plomo), pesticidas, nitrógeno, fósforo, etc. El nitrógeno y fósforo, derivados de fertilizantes y de efluentes cloacales, pueden ocasionar la *eutrofización* de los ambientes acuáticos. Entre los contaminantes orgánicos, se encuentran el petróleo, los plásticos, medicamentos, pesticidas, plaguicidas, disolventes, detergentes, toxinas producidas por bacterias y efluentes orgánicos en general, como cloacales y de industrias alimenticias.

Los contaminantes biológicos o microbianos incluyen bacterias, virus, protozoos y parásitos que ocasionan enfermedades tales como cólera, tifus y hepatitis. Estos organismos llegan a los cursos de agua a través de las heces y restos orgánicos que producen las personas y animales infectados.

Los contaminantes radiactivos son elementos químicos muy inestables que pueden afectar tanto a los organismos presentes en el agua, como a las sustancias necesarias para la vida de los mismos. Son de origen artificial

principalmente, es decir, que se producen por la actividad humana. Los isótopos radiactivos pueden estar presentes en el agua y pueden acumularse a lo largo de las cadenas tróficas, hasta alcanzar concentraciones más altas en algunos tejidos vivos que las que tenía el agua.

### Fuentes contaminantes

Como fuentes de contaminación de los cursos de agua se pueden considerar los siguientes:

**Los vertidos de aguas residuales urbanas.** Estos incluyen las aguas residuales domésticas que constan principalmente de papel, medicamentos (antibióticos y hormonas), orina, heces y detergentes.

**Los vertidos de aguas provenientes de prácticas agrícolas y ganaderas.** Aportan fertilizantes, plaguicidas, estiércol y orina con contaminantes como microorganismos patógenos, sólidos en suspensión, materia orgánica, nitrógeno y fósforo.

**Los vertidos industriales son los más complejos.** Las industrias utilizan agua para diferentes fines tales como transporte, disolución, refrigeración. Las industrias del refinado del petróleo y las metalúrgicas generan aguas con cianuros, grasas, fenoles, sólidos, álcalis; las industrias papeleras, textiles y de curtidos generan residuos químicos orgánicos, sólidos, detergentes; las industrias químicas y farmacéuticas vierten metales pesados y otros materiales químicos y biológicos tóxicos.

### Efectos de los contaminantes locales y problemas derivados

**Eutrofización:** es el enriquecimiento excesivo de las aguas superficiales con determinados nutrientes (fósforo y nitrógeno), originando el crecimiento de fitoplancton, algas, macrófitos y cianobacterias. Si bien la eutrofización puede producirse de forma natural, normalmente está asociada a fuentes *antropogénicas* de nutrientes. Por lo tanto, si hay exceso de nutrientes, crecen en abundancia las algas. El proceso de crecimiento y putrefacción consume una gran parte del oxígeno disuelto, disminuyendo drásticamente la calidad por lo que las aguas dejan de ser aptas para la mayoría de los seres vivos.

**Salinización:** el agua dulce, normalmente, tiene sales en concentraciones bajas. En ciertas condiciones de riego abundante, las plantas absorben solo cierta cantidad de agua y el resto se evapora dejando las sales en el suelo, siendo arrastradas por la lluvia hacia el río y/o napas, generando una

salinización antrópica secundaria del agua. La minería a cielo abierto también aporta sales y metales pesados al exponer, en la superficie, capas de tierra/rocas con altas concentraciones de estos elementos, que la lluvia lava y transporta a los cursos de agua. Muchas industrias también vuelcan efluentes con altas concentraciones de sales al río, lo cual causa graves daños a los organismos que en él habitan.

**Deforestación:** las áreas boscosas actúan como esponjas reteniendo el agua de lluvia y liberándola lentamente a los cursos de agua durante todo el año. Además, protegen al suelo de la lluvia y el viento y retienen el exceso de nutrientes aportados por la actividad productiva adyacente. La falta de esta cobertura vegetal expone al suelo a los procesos erosivos por el escurrimiento rápido y se generan crecidas muy abruptas y de menor duración; con lo cual, las sequías también son más marcadas ocasionando cambios en el hábitat y así, un mayor daño a la integridad ecológica y ambiental.

**Lixiviación:** proceso en el que se filtran líquidos (*lixiviados*) de la basura, contaminando el agua del subsuelo o cuerpos de agua adyacentes. La descarga de la basura en arroyos y canales, o su abandono en las vías públicas, trae consigo problemas para la salud, la disminución de los cauces y la obstrucción tanto de estos, como de las redes de alcantarillado. En los periodos de lluvias, provoca inundaciones que pueden ocasionar la pérdida de cultivos, de bienes materiales y, lo que es más grave aún, de vidas humanas.

## Estado actual de los ambientes

Todos los ambientes acuáticos, excepto los más alejados de pueblos y ciudades y/o de las actividades productivas, presentan algún grado de contaminación. Es necesario tener en cuenta que la mayoría de las actividades humanas tienen un impacto en el ambiente. Un ejemplo notable es la contaminación del Lago San Roque en la provincia de Córdoba que, por causa de una mala gestión de efluentes cloacales y falta de políticas públicas, actualmente sufre un profundo proceso de eutrofización. Otro ejemplo, es el histórico problema de contaminación de ríos y arroyos de la provincia de Tucumán por las industrias. Este impacto fue tan grande en el embalse de Río Hondo, en la provincia vecina de Santiago del Estero, que tuvo que intervenir la Corte Suprema de Justicia de la Nación para que se tomaran medidas a fin de evitar el colapso ambiental. A pesar de que existen controles ru-

tinarios para monitorear la calidad del agua, aún hay lugares donde persiste la contaminación (por ejemplo, Arroyo Calimayo), en época de *zafra*, de los ríos cercanos a los ingenios. Esto afecta especialmente a los pobladores que viven en las cercanías y dependen de los cuerpos de agua, ya sea para la obtención de agua o alimento.

### ¿Qué se puede hacer?

A escala global, la agroindustria utiliza el 70% del agua que es consumida anualmente. De ese 70% utilizado en agricultura, el 40% se pierde debido a los sistemas ineficientes de irrigación, evaporación y el mal manejo de esta. Como la población continúa en crecimiento, la demanda de agua y alimentos seguirán en aumento, por lo que entender cómo el agua es realmente utilizada en agricultura nos permitirá pensar nuevos métodos de cultivos que maximicen la producción y conservación de este suministro.

Es imperioso, en este sentido, iniciar una transición hacia sistemas agroecológicos. La agroecología aplica principios ecológicos en la agricultura y estudia el modo en que los diferentes componentes del agroecosistema interactúan buscando sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción. Se deben exigir controles más estrictos sobre los procesos agroindustriales, tener un eficiente manejo del agua, respetando los caudales ecológicos para el mantenimiento de la biodiversidad y de las actividades recreativas de la comunidad.

Reducir al mínimo el consumo de productos que provienen de procesos agroindustriales que no tienen en cuenta la dinámica natural del ecosistema y que llevan adelante procesos de desmonte y contaminación de aguas y suelos. Promover que las empresas usen nutrientes y fertilizantes naturales, y que realicen un manejo integrado de plagas para disminuir el uso de insecticidas artificiales.

### Proyecciones a futuro

Nuestro país enfrenta brechas críticas en su *seguridad hídrica*, desde la carencia de abastecimiento de agua potable y saneamiento adecuado para millones de argentinos, hasta su exposición a la vulnerabilidad climática. Esto pone en riesgo no solo la salud de los ecosistemas, sino también el bienestar humano. La pandemia de COVID-19 resaltó la necesidad de un acceso seguro al suministro de agua, saneamiento e higiene. Como primera barrera

contra la transmisión de enfermedades. La seguridad hídrica es vital para mitigar los impactos secundarios de la crisis, especialmente en las comunidades más vulnerables.

Afrontar desafíos urgentes y emergentes en la *gobernanza del agua*, exige desarrollar soluciones innovadoras para potenciar las contribuciones de la naturaleza. Proteger, restaurar y promover el uso sustentable de los ecosistemas de agua dulce es crucial para alcanzar la seguridad hídrica, aumentar la resiliencia frente al cambio climático y lograr una convivencia más sustentable con el medio ambiente.



## TÍTULO/TEMA

Los efectos negativos de la eliminación de la cobertura vegetal del suelo.

## OBJETIVO/INTENCIÓN PEDAGÓGICA

Analizar los efectos de la deforestación o de la falta de cobertura vegetal sobre los cursos de agua. Efecto de una lluvia sobre suelo con y sin cobertura vegetal.

## CONTENIDOS

■ Deforestación, erosión, escorrentía, contaminación de los cursos de agua, pérdida de suelo, retención de los suelos, impacto de la lluvia, ¿qué pasa con la deforestación/ausencia de la cobertura en el suelo? ¿Qué le ocurre al suelo? ¿El agua corre más rápido en qué situación? ¿Dónde va esa tierra que es arrastrada por el agua? ¿dónde termina? ¿Qué pasa con la fertilidad de los suelos?

## MATERIALES NECESARIOS

- Buscar en el patio del colegio una zona de pendiente con pasto y sin pasto.
- 2 baldes de tierra suelta.
- 2 baldes de agua.
- Cronómetro.

## DESARROLLO SECUENCIAL, PROCEDIMENTAL Y TIEMPO ESTIMADO

- 1-** Dispersar la tierra suelta homogéneamente en un espacio de un metro cuadrado de la zona con pasto alto y de la misma manera en la zona sin pasto (suelo desnudo).
- 2-** Volcar agua lentamente desde el sitio de mayor pendiente hacia el sitio de menor pendiente en cada cuadrado.
- 3-** Tomar el tiempo que demora en pasar toda el agua de un extremo al otro en ambas situaciones.
- 4-** Ver qué pasa con la tierra en ambas situaciones. Si se mantiene en el lugar o si es desplazada por el agua pendiente abajo. Tiempo estimado: 2 o 3 hs.

## EVALUACIÓN

■ La idea es salir al campo y ver un río con mucha vegetación en sus orillas y un río desnudo, observar qué actividades antrópicas se desarrollan en sus orillas, en qué condiciones está el suelo/tierra, si está erosionada/lavada, si tiene buena cobertura para que crezcan otras plantas, si hay signos de cárcavas y que comparen ambas situaciones. Otra situación sería visitar luego de una lluvia un río con mucho bosque en sus orillas y un río con poco bosque y que miren el color de sus aguas y expliquen las diferencias si es que las hay.

## PROPUESTAS-SUGERENCIAS PARA LA CONTINUIDAD DE ESTOS “APRENDERES” (Y POSIBLE ARTICULACIÓN CON OTROS ESPACIOS CURRICULARES)

■ Se puede trabajar con la materia Física para ver las velocidades del movimiento de las aguas en las diferentes situaciones. Con geografía para identificar áreas cercanas del territorio en donde está la escuela inserta, que se asemejan a las condiciones del experimento, mapear con diferentes colores que indiquen menor o mayor conservación de la vegetación y, por tanto, menor o mayor riesgo ante lluvias torrenciales, por ejemplo.