



## Seguimiento químico de los cursos de agua

Para estudiantes que realizan tareas de investigación y conservación de sus cursos de agua

Presentación 2

Water Ways: La ecología y el seguimiento de los cursos de agua

Rebecca Wolf  
Coordinadora de la Cuenca | Comisión Interestatal para la Cuenca del Río Potomac  
301-274-8110 | [bwolf@icprb.org](mailto:bwolf@icprb.org) | [potomacriver.org](http://potomacriver.org)

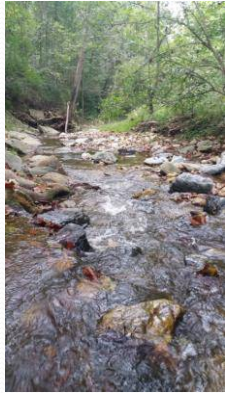


Interstate Commission on the Potomac River Basin – Water Ways: Stream Ecology and Monitoring  
[https://www.potomacriver.org/water\\_ways](https://www.potomacriver.org/water_ways)

This presentation can be used as a stand-alone presentation or as part of ICPRB's Water Ways Stream Ecology and Assessment series for high school students. The presentation introduces the topic of water chemistry, which can be supplemented by the hands-on **water chemistry activity provided on ICPRB's website. Using the two together makes it** easier for students to understand and remember water chemistry information, which can be challenging. Teachers might want to omit or change some of the slides, if the presentation is too complex for their students. We endeavored to provide enough background in the notes for teachers to select the most important points to their students.

## Control del estado sanitario del curso de agua

- Los médicos determinan el estado de salud controlando nuestros "órganos y signos vitales": nuestro corazón, oídos, temperatura y peso.
- ¿Qué aspectos de estos cursos de agua nos dan pistas acerca de su "estado sanitario"?



If students have seen the initial Water Ways presentation (or Watershed Connections and Score Four presentations on ICPRB's website), they could have some good guesses about signs of stream health. This slide is meant to get students talking and engaged. They do not have enough information for definitive answers. Following are possible observations.

- The stream on the left appears in good shape, as it seems to have a natural shape and trees on each bank. The water is clear and breaks over the rocks, providing oxygen.
- The middle picture shows algae covering the rocks on the bottom of the stream. This is a sign that the stream has too many nutrients. The student might notice that the **green color doesn't look right**.
- The photo on the right shows a stream that is very muddy and has bare tree roots, both signs of erosion on the site and from upstream.

## Los cursos de agua en buen estado tienen...

Propiedades químicas que:

- Son aptas para peces, ranas, salamandras y plantas.
- Son seguras para nadar, vadear y pescar.



*En esta lección aprenderás cómo hacer pruebas químicas del agua y cómo comprender tus resultados.*



## Pruebas químicas del agua

Aprenderás a hacer pruebas que te dirán si las siguientes propiedades son adecuadas para la vida acuática:

- pH
- Oxígeno disuelto
- Nutrientes: nitrógeno y fosfatos
- Temperatura
- Turbiedad



These are some of the chemical tests performed by water scientists. Have your students heard of any of them?

## pH: su significado

El pH se mide en una escala de 0 a 14.

- 7 es neutro.
- $< 7$  es ácido.
- $> 7$  es básico o alcalino.

Los peces necesitan que el agua tenga un pH entre 5,5 y 8,5.

- El agua ácida es nociva para los peces y otras especies acuáticas.

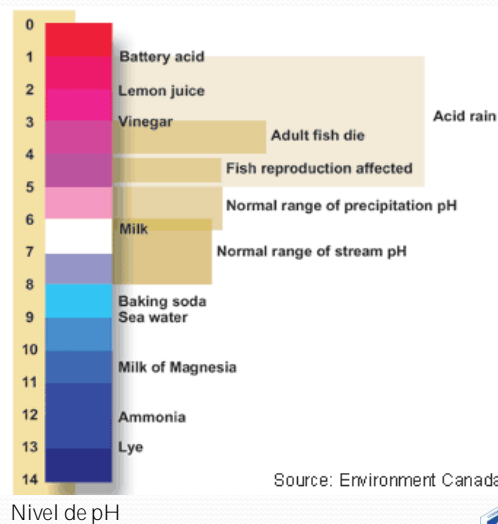


Take time to look at the picture graph on the bottom of this slide, so that students understand what pH level is appropriate for aquatic life, as well as how different the pH values are in terms of acidity and baseness.

Questions to engage students? Do they think aquatic life could survive in a stream in a stream that is acidic as battery acids or even lemons? Could such acidic water be used for a source of drinking water? Would it be safe – or even desirable – to wade in?

## El pH y la salud de los peces

- ¿Cuál es el rango normal del pH de un curso de agua?
- ¿A qué niveles de pH mueren la mayoría de los peces adultos?
  - ¿Estos niveles son ácidos o básicos (alcalinos)?



A pH less than 5 is considered harmful to most stream biota, especially fish. When the pH of stream water is too low, gill function, egg development and larval survival are affected.

More Background for teachers:

Different species of fish and other aquatic life have different levels of toleration for acidity. See the EPA pictorial chart depicting common species and their corresponding levels of tolerance to pH: <https://www.epa.gov/acidrain/effects-acid-rain>.

"Below a pH of 5, fish populations begin to disappear, the bottom is covered with undecayed material, and mosses may dominate nearshore areas. Below a pH of 4.5, the water is essentially devoid of fish." <http://www.lenntech.com/aquatic/acids-alkalis.htm#ixzz4opU8kn5O>

Low pH levels also encourages the solubility of heavy metals. As the level of hydrogen ions increases, metal cations such as aluminum, lead, copper and cadmium are released into the water instead of being absorbed into the sediment. As the concentrations of heavy metals increase, their toxicity also increases. Aluminum can limit growth and reproduction while increasing mortality rates at concentrations as low as 0.1-0.3 mg/L. <http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/ph/>

## Factores humanos que aumentan la acidez de los cursos de agua

Las emisiones de las centrales eléctricas de carbón y de los vehículos reaccionan con el aire y producen la "lluvia ácida".



pH 0 2 7 9 14



Acid rain is the most important and most widespread source of acidity in Maryland streams, affecting nearly one-**fifth of the state's stream miles**, primarily in Western Maryland and Southern Maryland (western shore). Source: *From the Mountains to the Sea: The State of Maryland's Freshwater Streams*.

Reacts to form sulphuric acid and nitric acid.

Acid rain is caused by a chemical reaction that begins when compounds like sulfur dioxide and nitrogen oxides are released into the air. These substances can rise very high into the atmosphere, where they mix and react with water, oxygen, and other chemicals, forming sulfuric acid and nitric acid, respectively.

Human activities are the greatest causes of acid rain. Most gases that lead to acid rain are by-products of burning fossil fuels and electric power generation. Erupting volcanoes also release chemicals that lead to acid deposition.

For teachers:

Carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ) from power plants, cars, and burning wood also reacts to form carbonic acid,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . The hydrogen ions from carbonic acid give natural rain water a slightly acid pH value of 5.6. The acids formed by oxides of nitrogen and sulphur are far more corrosive (reactive).

## Otras acciones humanas que alteran el pH

- Los fertilizantes aumentan la acidez (disminuyen el pH).
- El drenaje de las minas de carbón aumenta la acidez.



*El drenaje ácido procedente de las minas extermina la vida en un curso de agua.*



Acid enters streams from four main sources: acid rain, abandoned coal mines, fertilizers, and decomposing leaves and other natural organic material.

### Additional information

Carbon dioxide also affects the pH of waters. The evidence of this is most pronounced in estuaries and oceans.

We have not focused on the natural influences of pH in this presentation. Following is more information.

- So-called black water systems, formed naturally from decomposition of organic materials, tend to have root-beer colored water. The life in these systems are adapted to slightly acidic water.
- Limestone in chip or rock form is an alkaline and it will neutralize low pH acid. The Calcium Carbonate -  $\text{CaCO}_3$  – in limestone reacts with strong acids to form water, carbon dioxide and calcium salts. The salts usually precipitate into a sludge. Limestone is used to counteract Acid Mine Drainage, successfully restoring stream ecosystems.
- Volcanic ash slightly lowers water acidity.



## Oxígeno disuelto: oxígeno que está disuelto en el agua

Los animales acuáticos respiran oxígeno a través de sus branquias y de la piel.

Fuentes de oxígeno en el agua:

- Las plantas acuáticas producen oxígeno.
- El agua agitada y las olas captan oxígeno del aire.

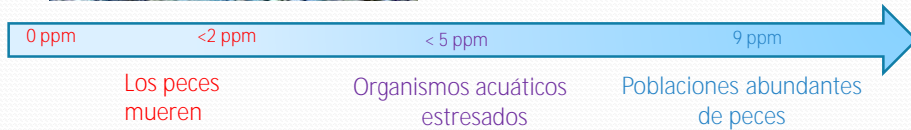


Photos: Top: IWLA; Side: ICPRB

Fish need oxygen too, but since they don't have lungs, they take oxygen from the water through their gills. The oxygen in the water available to fish is called dissolved oxygen (oxygen that is dissolved in the water).

Unlike air, which is normally about 21% oxygen, water contains only a *tiny fraction of a percentage of dissolved oxygen*. In water it usually is expressed in milligrams per liter (mg/L), parts per million (ppm), or percent of saturation. At sea level, typical DO concentrations in fresh water range from 7.56 mg/L (or 7.56 parts oxygen in 1,000,000 parts water) at 30 degrees Celsius to 14.62 mg/L at zero degrees Celsius. (So you can see that water temperature is a big factor in how much DO is in water.)

## Niveles de oxígeno: ¿qué es seguro y qué no?



<http://water.usgs.gov/edu/qa-chemical-fishkills.html>

Most fish do well when the dissolved oxygen is five parts per million (ppm) (= 5/1,000,000) or higher.

When the dissolved oxygen is less than five ppm they become uncomfortable.

Most fish will begin to suffocate and die when the dissolved oxygen is two ppm or lower.

<https://www.fws.gov/nc-es/edout/albefitfish2.html>

White suckers: <http://www.troutnut.com/underwater-pictures/of-fish>

## Factores que reducen el oxígeno disuelto

- Demasiadas algas en el agua
  - Luego de que las algas mueren, se descomponen. Esto consume oxígeno en el agua.
- Temperatura elevada del agua
  - El agua tibia retiene menos oxígeno que el agua fría.
- Agua turbia y con lodo
  - Llega menos luz o ninguna a las plantas submarinas, por lo que estas no producen oxígeno mediante la fotosíntesis.



Algas: plantas simples que no florecen, incluidas las algas marinas y muchas formas unicelulares que viven dentro del agua y sobre su superficie.



Algae also uses dissolved oxygen at night for respiration.

Photo: ICPRB

Warm water holds less dissolved oxygen than cold water, so summer is the time when fish can have a hard time getting enough oxygen, because other organisms also use oxygen.

For example in the summer *during the day, the algae and plants produce oxygen through photosynthesis, but at night photosynthesis stops. The algae and plants keep respiring, a process that uses oxygen. **If there is an ALGAE BLOOM** – too much algae – the amount of DO in the water will drop so low that fish suffocate.*

Also, when the algae and submerged plants die, they are decomposed by bacteria. The bacteria also use dissolved oxygen.

These factors can result in insufficient amounts of dissolved oxygen available for fish and other aquatic life.

"Fish kills" can occur as a result from natural conditions or from excess nitrogen and phosphorus polluting the water. Nutrients come from many sources: fertilizers, automobiles, sewage, manure, and others. An excess of nutrients tends to speed up the growth of algae and diminish the availability of dissolved oxygen.

## Nitrógeno y fosfatos

El nitrógeno y el fósforo son dos *nutrientes* que las plantas necesitan para crecer.

Pero demasiado de ellos producen contaminación porque:

- El exceso de nutrientes ocasiona el crecimiento de demasiadas algas.
- Cuando las algas se descomponen, consumen el oxígeno del agua.



*Nutriente: sustancia que proporciona la nutrición esencial para el crecimiento y el mantenimiento de la vida.*



This cycle of algae blooms and low oxygen is widespread throughout the United States. It is called eutrophication.

Photo: ICPRB

## Fuentes de exceso de nutrientes

<p><b>Nitrógeno</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilizantes y abonos de las haciendas</li> <li>• Fertilizantes de los campos</li> <li>• Desechos de perros y otras mascotas</li> <li>• Contaminación del aire producida por vehículos con motor de gas</li> </ul>	<p><b>Fósforo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilizantes y abonos de las haciendas</li> <li>• Fertilizantes de los campos</li> <li>• Desechos de perros y otras mascotas</li> <li>• Algunos detergentes para lavar</li> <li>• Desechos industriales</li> <li>• Plantas antiguas de tratamiento de aguas servidas</li> </ul>
--	---

*¿Cuál de estos contaminantes puedes reducir?*







What do the students notice about the sources of excess nitrogen and phosphorus? Some of the sources are the same – fertilizers and dog waste are big sources of excess nutrients in water.

The biggest sources of excess nutrients in the Chesapeake Bay watershed are farms; however, the practices of urban residents also contribute greatly to pollution. Which sources of nitrogen and phosphorus on these lists are things that individuals can address by changes in their daily lives?

Photos

Fertilizing: *Wall Street Daily*

Dog photo: <https://za.pinterest.com/pin/575053446143133583/?lp=true>

Car Washing: EPA

## Temperatura del agua: grandes perjuicios

La temperatura afecta tanto la química del agua como la vida acuática.

- El agua fría retiene más oxígeno que el agua tibia.
- Las formas de vida acuática sufren mayor estrés con temperaturas más elevadas. Esto las hace propensas a enfermedades.
- Los tipos nocivos de algas y bacterias se multiplican más rápido en aguas más cálidas.



Warmer waters means less oxygen and increased animal metabolism increases. These stressors lower their resistance to disease. At the same time, some pathogens may respond to the warmer waters by multiplying faster.

## Acciones humanas que aumentan la temperatura del agua

- Industrias y centrales eléctricas que vierten agua tibia o desechos industriales a los ríos.
- Escorrentía pluvial que se calienta con el calor del pavimento.
- Pérdida de árboles en las riberas de los cursos de agua.
- Cambio climático.



Photo: Roger Winstead

## Turbiedad: ¿hasta qué profundidad puedes ver?

La turbiedad es la medida que se utiliza para la falta de transparencia u opacidad en el agua.

- Cuanto más borrosa se vea el agua, mayor será la turbiedad.
- Los efectos: la luz solar no puede penetrar en el agua para llegar a las plantas que se encuentran en el fondo.
  - ¿De qué forma afectaría esto a las plantas?
  - ¿Qué otras propiedades químicas se verían afectadas?



*Crecimiento de algas*



Turbidity reduced the amount of dissolved oxygen in the water because of eutrophication and plant death. Additionally, darker waters absorb more heat, so turbidity can increase the temperature of the water, also lowering oxygen levels.



## Actividades humanas y turbiedad

La turbiedad aumenta con:

- La tierra procedente de los campos de cultivo y la construcción.
- La escorrentía que contiene fertilizantes (aumentan las algas).
- La erosión de las riberas de los ríos y el suelo pelado.



## Actividad de composición química del agua y trabajo de laboratorio

### Equipos de estudiantes

- Nitrógeno y nitrato: tarda cerca de 15 min.
- Fósforo: tarda cerca de 10
- Oxígeno disuelto: tarda cerca de 10
- pH y temperatura
- Turbiedad

### Trabajos de equipo sugeridos

- Lector
- Redactor/Encargado de registro
- Cronometrador
- Encargado de llenar tubos de prueba y mezclar
- Encargado de lavar tubos de prueba: todos
- Encargado(s) de dar los informes de grupo



These are suggestions for using the activity cards and data sheet, along with water chemistry tests.

Only do alkalinity with more advanced classes. It is a harder concept to grasp.

## Informe de grupo para la clase

- Habla acerca de las propiedades químicas o del agua.
- Indica y muestra posibles fuentes de contaminación cerca de tu curso de agua.
- Muestra la tabla con tus resultados.
- Comparte tus resultados y lo que piensas sobre estos.



## Recursos de composición química del agua

### DOCENTES DE ENSEÑANZA SECUNDARIA:

- Descripción detallada de las condiciones, contaminantes y factores de estrés de los cursos de agua de Maryland:
  - *From the Mountains to the Sea: The State of Maryland's Freshwater Streams*, D.Boward, P. Kazyak, S. Strako, et. al.
- Hojas de datos de Maryland para el seguimiento de la composición química del agua:
  - Programa Explore and Restore Maryland Streams, *Biological Assessment of Stream Health*, Departamento de Recursos Naturales de Maryland.  
[http://dnr.maryland.gov/education/Pages/Biological\\_Assessment.aspx](http://dnr.maryland.gov/education/Pages/Biological_Assessment.aspx)
    - Hojas de datos en general del estudiante para todas las actividades relativas a cursos de agua  
<http://dnr.maryland.gov/education/Documents/StudentDataSheet.pdf>
    - Hoja de datos costeros en general del estudiante (para cursos de agua en la planicie costera de la provincia geográfica)  
[http://dnr.maryland.gov/education/Documents/StudentDataSheet\\_Coastal.pdf](http://dnr.maryland.gov/education/Documents/StudentDataSheet_Coastal.pdf)
- Resultados de la composición química del agua de los cursos de agua de Maryland, Departamento de Recursos Naturales de Maryland:
  - Mapa del estado sanitario de los cursos de agua de Maryland : consulta datos recabados en un curso de agua cerca de tu escuela empleando los mapas interactivos y los cuadros con los resultados.  
<http://dnr.maryland.gov/streams/Pages/streamhealth/default.aspx>



## Recursos de composición química del agua

DOCENTES DE PREESCOLAR HASTA NIVEL INTERMEDIO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA:

- Programa GreenKids de la organización Audobon Naturalist Society: planificaciones completas de clases y presentaciones para 4.º y 5.º grado que abarquen el hábitat de los cursos de agua, los procedimientos de seguimiento y los equipos.

<http://ansbookshop.org/index.php/nature-programs/schools-teachers/greenkids-school-partnerships#lessons>

- Programa Creek Freak de la organización Izaak Walton League of America : lecciones completas dirigidas a estudiantes y docentes para prácticas de investigaciones exhaustivas de los ecosistemas de los cursos de agua. 5.º y 8.º grado.

ENCUENTRA MÁS RECURSOS EN NUESTRO SITIO WEB: **Comisión Interestatal para la Cuenca del Río Potomac**

<https://www.potomacriver.org>

