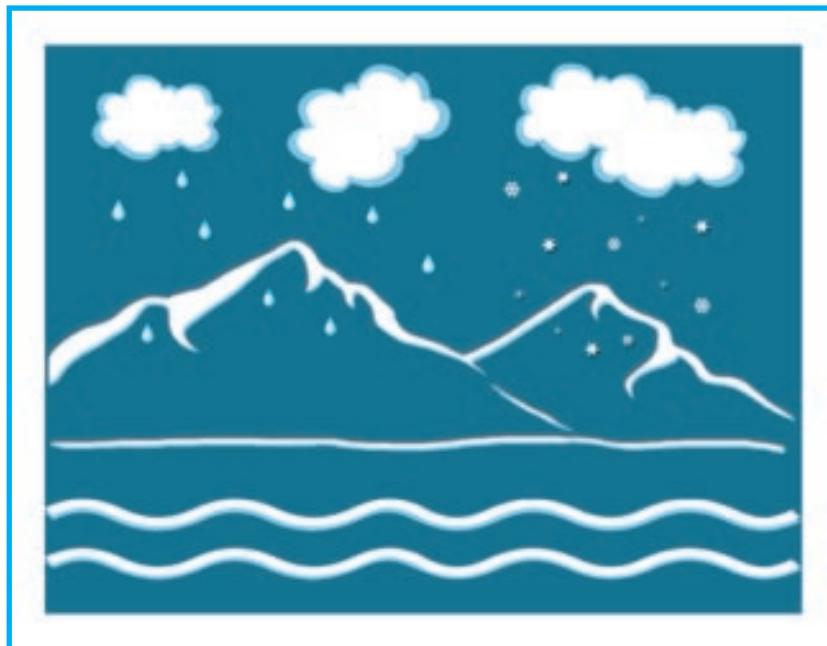


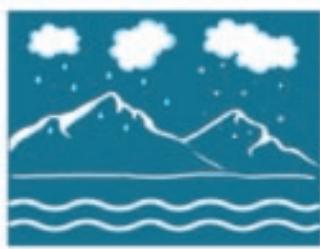
# Eje temático I

*Re-conociendo el agua*





# ¿Agua en el aire?



■ **Edad recomendada:**  
De 6 a 15 años.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias de la Tierra, Ciencias Naturales.

■ **Duración:**  
Preparación:  
30 minutos.

Dinámica:  
40 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases, y sus alrededores.

■ **Habilidades:**  
Obtención de información, observación, organización, interpretación y obtención de conclusiones.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“El viaje increíble”, en la cual los estudiantes hacen conciencia sobre el ciclo hidrológico y sobre los distintos estados del agua en la naturaleza; “Imitamos el paisaje”, que aborda los principales elementos y factores del medio físico; y “Planeta azul” que introduce el concepto de estadística al calcular el porcentaje del planeta cubierto por agua mediante un juego.

■ **Vocabulario:**  
Clima, convección, convergencia, Meteorología, rocío, saturación.

Propuesta elaborada por  
Juan Carlos Fallas

*¡Me quieres porque me necesitas;  
pero me ignoras porque no puedes  
verme! ¿Quién soy? El agua del  
aire.*

## ▼ Resumen

Al observar la transformación del vapor de agua en agua líquida sobre una superficie fría, los estudiantes comprueban la existencia de agua en el aire y la importancia de este hecho en el ciclo hidrológico.

## Objetivos

Los estudiantes podrán:

- Demostrar que el aire contiene agua.
- Determinar la importancia del contenido de agua en el aire para la disponibilidad del propio recurso hídrico.

## Materiales

- Un frasco de vidrio con tapa.
- Agua bien fría.
- Papel absorbente.

## Conecciones

Es posible que los estudiantes hayan observado que al sacar una botella de un refrigerador y entrar esta en contacto con el aire, escurre agua, situación que no se presentaba dentro del aparato.

En realidad, está ocurriendo una condensación del vapor de agua que se encuentra en el aire y al cual se le denomina humedad, que tiene variación según el clima de la región.

## Antecedentes

El agua presente en la atmósfera suma menos del 0.001% de la que hay en toda la Tierra; pero su influencia en el clima del planeta es sumamente importante. Existe allí en forma de vapor de agua, el cual es incoloro e inodoro. La capa atmosférica donde se concentra la mayor parte del vapor de agua es la tropósfera. Allí se desarrolla el proceso por el cual el agua que fue evaporada por la acción del sol se enfriá hasta su punto de saturación, para condensarse en forma de pequeñas gotitas invisibles que al formar grandes conglomerados se llaman nubes. Posteriormente tales gotitas se juntan con otras hasta crecer y pesar lo suficiente para precipitarse sobre la superficie terrestre en forma de lluvia y ser utilizada luego en gran medida por el ser humano.

En este proceso, la formación



Fig. 1. Nubes tipo “cúmulos”

en desarrollo. Foto: Rita Vázquez del Mercado.

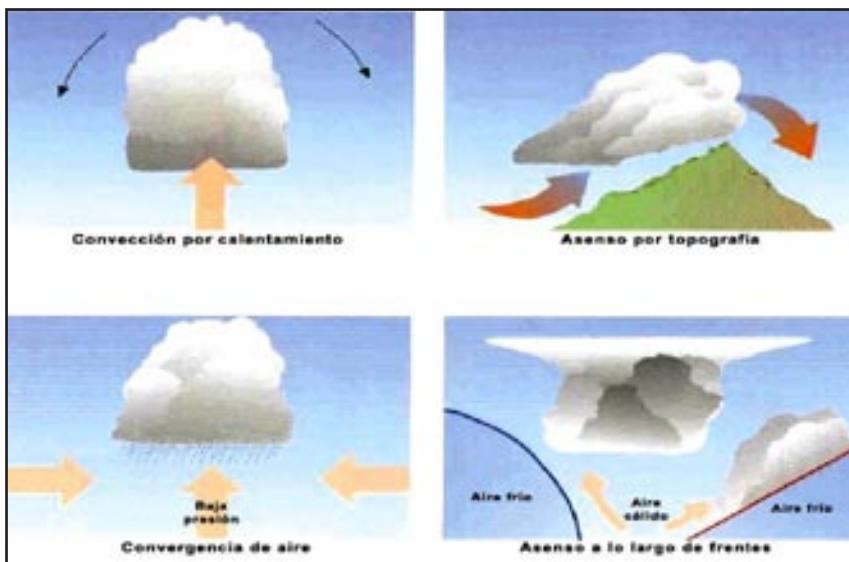


Fig. 2. Los cuatro mecanismos que favorecen la formación de nubes.  
(Arhrens, 1994.)

de nubes representa un papel importante, ya que ellas van a ser las encargadas, dentro del ciclo hidrológico, de transportar y precipitar el agua. Son, así, la fuente principal del medio para que este líquido, tan importante en la vida humana, regrese a la Tierra. Se dice entonces que las nubes son la parte visible del agua en la atmósfera (ver Figura 1), y su presencia en una región geográfica determina las características de la distribución del agua en la superficie.

Existen cuatro mecanismos que facilitan la formación de nubes, cuyo común denominador es enfriar al vapor de agua para que éste se condense. (Figura 2) Esos mecanismos son:

1. Ascenso vertical del aire, debido al calentamiento de la superficie terrestre (convección térmica).
2. Ascenso vertical del aire, forzado por una barrera orográfica.
3. Ascenso vertical del aire, generado por la convergencia del aire.
4. Ascenso vertical en un sistema frontal, ya se trate de un frente frío o de uno caliente. Este cuarto mecanismo no se presenta en el trópico.

La meteorología es la ciencia encargada de explicar cómo se presentan esos diversos mecanismos de formación de nubes, y cuáles son las condiciones ambientales más adecuadas para que se formen. Más aún: nos dice cuáles de esas nubes en realidad tienen que precipitarse, ya que no todas lo hacen.

### Procedimiento

#### ▼ Introducción

Con anterioridad a esta dinámica, los estudiantes deben repasar el ciclo hidrológico y los estados del agua. De igual manera, observarán las nubes varios días, con el objeto de estudiar la distribución del recurso hídrico en el planeta y asociarlo al contenido de humedad en las diversas zonas climáticas.

#### ▼ Dinámica

Los estudiantes vierten agua fría en el frasco de vidrio, en diferentes ambientes, observan y registran lo que sucede.

#### ▼ Cierre

Discuta con los estudiantes lo que observaron, con el fin de que lleguen a una conclusión sobre el tema.

#### Evaluación

Pida a los estudiantes que resuelvan:

- ¿De dónde proviene el agua que se forma fuera del frasco?
- ¿Se puede afirmar que el aire contiene agua?
- De ser así, ¿en qué estado se encuentra esta?
- Si existe, entonces, ¿qué importancia tiene para los seres vivos la presencia de vapor de agua en el aire?
- ¿Se observan cambios según el sitio donde la dinámica se desarrolle?
- ¿Qué observaron al estar mirando las nubes?
- ¿De dónde proviene el hielo que se forma en las paredes de los congeladores?
- ¿Qué relación encontraron cuando asociaron la distribución del recurso hídrico en el planeta, y el contenido de humedad presente en las diversas zonas climáticas?

### Extensiones

Es importante que los estudiantes mayores logren responder a las siguientes preguntas:

¿Cómo afectaría el cambio climático la disposición de agua en la atmósfera?

¿Cuáles serían las consecuencias sobre el recurso hídrico debido a este acontecimiento?

### Otros recursos

Arhens, Donald, "An introduction to weather, climate, and the environment", *Meteorology Today*, West Publishing Company, s/l, 1994.

Chémery, Laure, *Los climas ¿un futuro imprevisible?*, Biblioteca Actual Larousse, s/l, 2003.

Fallas S. et al., "Fenómenos Atmosféricos y Cambio Climático", *Visión Centroamericana*, CRRH, San José, 2003.

Organización Meteorológica Mundial (OMM), *Atlas Internacional de Nubes*, Ginebra, 1993.

# Cuando cuentes cuencas



■ **Edad recomendada:**  
De 10 a 18 años.

■ **Disciplinas:**  
Geografía, Ciencias de la Tierra, Ciencias Ambientales, Matemáticas.

■ **Duración:**  
Preparación:  
20 minutos.

Dinámica:  
90 a 110 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases y al aire libre.

■ **Habilidades:**  
Organización de información, análisis.

■ **Propuestas relacionadas:**  
"Coloréame una cuenca" aborda cómo afectan los cambios en el uso del suelo a las cuencas a través del tiempo. "Imitemos el paisaje" trata los elementos y factores del medio físico y el movimiento del agua en éste, mediante la "construcción" de un río.

■ **Vocabulario:**  
Agua subterránea, caudal, confluencia, cuenca hidrológica, desembocadura, hidrógrama, litros por segundo ( $l/s$ ), metros cúbicos ( $m^3$ ), nacientes, parteaguas, patrón de ramificación, precipitación, tributario, vertiente principal, vaso.

Propuesta adaptada de:  
Descubre una cuenca:  
el río Colorado, Proyecto WET.

...cuenta cuántas cuencas cuentas.

## ▼ Resumen

Los estudiantes utilizarán mapas y desarrollarán actividades para identificar una cuenca y aprender términos clave relacionados con el manejo del agua: metros cúbicos ( $m^3$ ) y litros por segundo ( $l/s$ ). Asimismo, simularán el flujo del agua a través de una cuenca durante las diferentes estaciones.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Localizarán la cuenca de un río, su cauce principal, tributarios y nacientes.
- Delinearán los límites de la cuenca.
- Dibujarán un mapa más detallado de la cuenca.
- Mostrarán el movimiento del agua a través de una cuenca durante las diferentes estaciones.
- Describirán los principales componentes de una cuenca.
- Aprenderán los términos relacionados con la gestión del agua (metros cúbicos por segundo [ $m^3/s$ ] y litros por segundo [ $l/s$ ]).
- Compararán y convertirán recíprocamente litros en metros cúbicos y viceversa.

## Materiales

- Para *Observación de cuencas*:
  - Copias de *Observación de cuencas, página del estudiante* (una por estudiante).
  - Marcadores de color azul, rojo, verde, naranja y púrpura.
- Para *Cuando cuentes cuencas*:
  - Cuentas, fichas u objetos similares, aproximadamente cien de cada uno, (pueden ser de varios colores).
  - Una cubeta de 20 litros o un recipiente similar.
  - Recipientes de un litro (uno para cada una de las

corrientes nacientes).

- Una bola grande de estambre.
- Opcional: letreros con imágenes que representen la nieve, la lluvia, el sol, los árboles de color encendido, y el nombre de cada uno de los fenómenos típicos de las estaciones.

## Conecciones

Seguramente sus estudiantes están familiarizados con la división política de su estado y de su país. Sin embargo, tal vez no estén conscientes de que existen otras fronteras naturales que agrupan e interrelacionan a sus habitantes por "cuenca hidrológica". Al comprender que el agua no distingue la división política sino la fisiográfica, los estudiantes toman conciencia de su interrelación con todos los demás habitantes de la cuenca en la que viven.

## Antecedentes

### *Observación de Cuencas*

Observa en un mapa los límites de tu país o de tu estado. ¿Podrías descubrir a simple vista los límites de la cuenca de alguno de sus ríos? Tal vez no, pues muy pocas personas saben cuáles son los límites de una cuenca. De hecho, apenas un número reducido de personas podrían dar, en una lista de respuestas posibles, la definición correcta de lo que es una cuenca

Una de las razones por las cuales el concepto de cuenca es difícil de entender es que rara vez vemos los límites de una de ellas en un mapa. Es más frecuente que en esa clase de documentos cartográficos se marquen con toda claridad los ríos, los lagos, las carreteras y los límites políticos.

Pero observar cuencas en un mapa puede ser tan fácil como

trazar una línea. Necesitarás un mapa que muestre ríos y sus tributarios. (Ver *Observación de cuencas, página del estudiante*). La actividad comienza con la búsqueda de un río en un mapa. Las cuencas reciben el nombre del río en el cual desembocan los tributarios, como la cuenca del río Bravo, la cuenca del río Amazonas o la cuenca del río de la Plata. La cuenca de un río abarca a veces a una o dos poblaciones, pero puede abarcar también a muchos países. Una cuenca se define como el territorio por el que drena un río. Los arroyos o pequeños ríos que desembocan en una corriente principal se llaman tributarios y forman parte de la cuenca. De igual manera, cualquier afluente más pequeño que desembogue en el tributario también forma de dicha cuenca.

Las corrientes (cuerpos de agua circulante de cualquier tamaño) a menudo comienzan en lo alto de las montañas y fluyen hacia el punto más bajo, atraídas por la gravedad. Este punto puede estar a miles de kilómetros de distancia. Conforme fluyen los tributarios, habiéndose iniciado en las llamadas "nacientes", se unen a otras corrientes pequeñas, haciéndose así más grandes y más poderosos. Finalmente, llegan a la vertiente principal, que las lleva al océano. Esta forma ramificada se evidencia en otras partes de la naturaleza: en los árboles, durante el invierno; en nuestras manos; en las hojas de las plantas; en las telarañas o en las arterias, venas y vasos capilares de nuestro cuerpo. Es un sistema intrincado en el cual la corriente pequeña alimenta a la grande para mantenerla funcionando por entero.

Para trazar el patrón de ramificación de una cuenca, sigue en un mapa el curso del río principal hasta el primer tributario, y de este hasta su origen u orígenes. Si haces lo mismo con cada tributario, empezarás a ver la forma de la cuenca. El origen de los

tributarios estará en la línea imaginaria que une las mayores elevaciones de la cuenca ("divisoria" o "parteaguas"). Trazá la línea de las cimas de las montañas que rodean la cuenca para ver su forma.

#### *Cuando cuentas cuencas*

El flujo de agua en la cuenca de un río es extremadamente variado. En este río, durante el invierno, la mayor parte de la precipitación se almacena en lo alto de las montañas en forma de capas de nieve que se acumulan y comprimen a causa de su propio peso. En las nacientes de un río, la nieve puede llegar a tener una gran profundidad. Durante el invierno baja muy poca agua a los ríos.

Con la llegada de la primavera y de temperaturas más cálidas, la nieve comienza a derretirse. Durante varias semanas, esta agua —a la que con frecuencia se la denomina escurrimiento de primavera— satura la tierra y llena los ríos. Si hay un escurrimiento excesivo, puede ocurrir una inundación. Conforme la capa de nieve desaparece al finalizar la primavera y avanzar el verano, el caudal disminuye. Hacia el otoño, algunos ríos llevan ya muy poca agua. En los desiertos, algunos ríos se secan por completo, y

únicamente los suministros de agua subterránea (manantiales y corrientes subterráneas), los residuos de nieve derretida y la precipitación mantienen el agua en muchos de ellos. Con el regreso del invierno, el proceso se repite, como ha ocurrido durante miles de años.

### **Procedimiento**

#### ▼ Preparación

1. Para "Observación de cuencas": Haga copias de *La página del estudiante*.
2. Para "Cuando cuentas cuencas": Divida las cuentas u otros materiales similares en recipientes pequeños.

#### ▼ Introducción

1. Si es necesario, repase la definición de "cuenca" con la clase. Compare las cuencas con otros objetos que se ramifican en forma natural, tales como árboles, hojas y vasos sanguíneos. Pregunte a los estudiantes si saben en qué cuenca viven. Pregúntele si pueden mencionar algunas características de una cuenca, el territorio que abarca, su punto más alto y su punto más bajo, las ciudades y parques nacionales que toque, así como los territorios indígenas que aliente. Dígale a la clase que la única forma de contestar estas preguntas es conociendo primero



Ramificaciones formadas por escurrimientos en el parteaguas del lago Huechulafquen, Patagonia, Argentina. Foto: Rita Vázquez del Mercado.

los límites de la cuenca.

2. Muestre a los estudiantes un mapa en el que se encuentre un río importante y conocido para ellos. Pregúnteleles si pueden ver los límites de la cuenca y cómo se pueden encontrar dichos límites (por ejemplo, buscando información en *Internet*, en un mapa especializado, consultando a la autoridad local del agua o incluso sobrevolando la zona).

3. Dirija nuevamente la atención de los estudiantes hacia el mapa. Pregúnteleles por qué es importante conocer los límites de una cuenca. Puede haber una gran variedad de ideas; por ejemplo, saber quién o qué está afectando al suministro del agua; cuánta hay disponible para las distintas poblaciones y de dónde viene; o cómo el uso que se le da en un lugar puede afectar la cantidad y la calidad de la que llega a otro.

### ▼ Dinámica

#### *Observación de cuencas*

1. Explique a la clase que aprenderán a ver cuencas en un mapa hidrográfico. Distribuya copias de *Observación de cuencas, página del estudiante*. Asegúrese de que cada quien tenga un juego de marcadores (azul, rojo, verde, naranja y púrpura).

2. Indique a los estudiantes que utilicen el marcador azul para trazar el cauce principal del río, desde su desembocadura hasta las nacientes.

3. Dígales que utilicen el marcador rojo para trazar los tributarios del río. Cada vez que encuentren un río menor que desemboque en el principal, deberán seguirlo desde su desembocadura hasta sus nacientes.

4. Con un marcador verde, repetir el proceso para cualquier tributario más pequeño, siguiendo los que se marcaron en el Paso 2.

5. Ahora es momento de

#### encontrar el parteaguas.

Recuerde que los ríos corren de los puntos más elevados hacia los más bajos. Por tanto, cada tributario comienza realmente en cierto punto del terreno que está sobre las nacientes, generalmente en una colina o montaña, o en algún otro punto elevado que divide la cuenca de las otras que se encuentren cerca a ella.

Encuentre un punto situado por encima de la parte superior de cada río y márquelo con un punto de color naranja, para indicar el parteaguas.

**6. Concluya el proceso de observación del parteaguas conectando los puntos con un marcador de color púrpura.** Comience en la desembocadura del río y camine en dirección de las manecillas del reloj alrededor del cauce principal. Siga conectando los puntos del rededor, hasta que la línea púrpura se una en la desembocadura.

7. Si fuera necesario, usando un nuevo color, pida a los estudiantes que marquen las cuencas de los principales tributarios (subcuencas, respecto de la mayor), en la propia cuenca del río o corriente principal de la misma, usando los mismos métodos empleados arriba.

#### *Cuando cuentas cuencas*

##### *Parte I*

1. De preferencia, lleve a los estudiantes a una colina de pendiente ligera, para ayudarlos a entender con claridad la idea de que el agua corre de los puntos más elevados a los más bajos. Si no hay una colina disponible, los estudiantes pueden acomodarse en las gradas de algún gimnasio.

2. Acomode a los estudiantes en forma ramificada, a fin de simular los ríos de una cuenca (Ver *Formación de cuencas, página del maestro*).

3. Ríos nacientes: pida a dos estudiantes que formen una fila corta en la parte superior de la colina (unidos por la punta de los dedos, lo suficientemente cerca como para pasarse las cuentas con facilidad) que descienda por la pendiente.

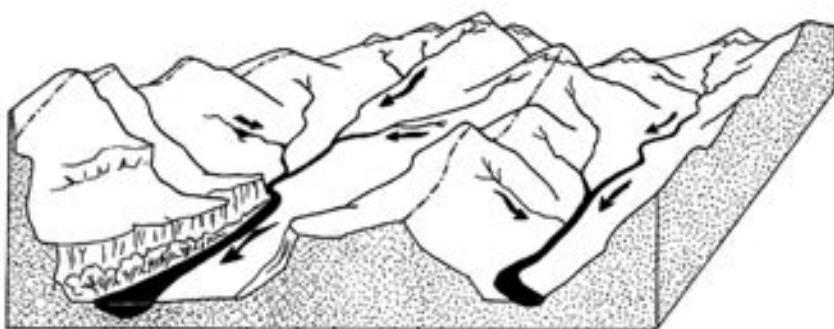
Forme una segunda fila de dos o tres estudiantes junto a la primera, con los dos estudiantes que estén "en la parte más baja" unidos punta con punta por sus dedos. Explique que dichos estudiantes representan los ríos que captan la precipitación en el punto más elevado de la cuenca. Dependiendo del número de estudiantes que participen, forme dos o tres "nacientes" más a una corta distancia del primer grupo.

4. Ríos tributarios: comenzando por donde se unen los ríos nacientes, forme una fila de estudiantes que descienda por la pendiente para representar los ríos tributarios. Estos estudiantes deben tocarse la punta de los dedos y hacer que sus cuentas "fluyan" del de arriba hacia el de abajo, pero sin conectarse como un todo todavía.

5. Cauce principal del río: pregunte a los estudiantes qué elemento de la cuenca falta.

¿Cómo se unirán todos, nacientes y tributarios? Pídale al resto de los estudiantes que formen una fila en forma de "S", tocándose la punta de los dedos, comenzando por el tributario más alto y siguiendo con el resto de los que descienden por la colina. Explíquenes que estos nuevos estudiantes representan el río o corriente principal de la cuenca, y que todos los tributarios corren hacia él y lo nutren. Haga que todos se toquen las puntas de los dedos. En donde se conectan las corrientes nacientes con los tributarios, o estos últimos con el cauce principal, haga que se conecten dos filas para formar una "confluencia".

6. En la parte superior de cada río naciente, coloque un recipiente con cuentas.



Las cuencas se dividen por sus parteaguas. Toda el agua de una cuenca fluye hacia un mismo cauce principal.

**7. En la parte inferior del cauce principal, coloque una cubeta vacía de 20 litros, u otro recipiente para recibir las cuentas.**

**8. Pídale a un estudiante de la desembocadura que se salga de la fila.** Este estudiante medirá el "caudal" del río, contando el número de cuentas que llegan a la desembocadura durante cada estación. Pídale que registren sus "mediciones" en una hoja de papel.

**9. Para establecer una conexión entre "Observación de cuencas" y "Cuando cuentas cuencas", pase un cordón alrededor de todos los estudiantes.** Explíquenes que este cordón representa la cordillera que separa a esta cuenca de las cuencas contiguas.

## 8

### Parte II

**1. Para ayudar a los estudiantes a entender qué pasará durante esta parte de la dinámica, indíquenes a aquéllos que se encuentran en el extremo superior de los ríos nacientes que tomen una cuenta y la pasen a la persona que sigue de ellos.** Pídale que continúen pasando la cuenta "río abajo", hasta que descienda por los tributarios y el cauce principal, y llegue a la cubeta que representa la desembocadura.

**2. Explíquenes que a continuación simularán los escurrimientos del agua a través de una cuenca, durante las**

**diferentes estaciones.** Luego inicie los escenarios de los flujos. Dedique la misma cantidad de tiempo a cada estación. (*Si es necesario*, haga letreros grandes con símbolos para la nieve, la lluvia y el sol, y para cada una de las estaciones. Pegue a estos letreros un mango y sosténgalos en alto para señalar y resaltar cada escenario).

**3. Invierno:** Los estudiantes que se encuentran en el extremo superior de los ríos nacientes comienzan a pasar las cuentas lentamente, para simular las corrientes más bajas, típicas del periodo invernal. (Pueden contar hasta tres antes de pasar cada cuenta). Recuerde que durante esta época del año la precipitación se acumula en forma de nieve.

**4. Primavera:** ¡El derretimiento de primavera! Las temperaturas se elevan y comienzan a hacer fluir la capa de nieve del invierno. Pídale a los estudiantes de las nacientes que ahora pasen las cuentas rápidamente. Los ríos tributarios y el cauce principal necesitarán pasarlas también lo más rápido que puedan. No se preocupe por las cuentas que lleguen a caerse. Representan las inundaciones que ocurren cuando el caudal de un río excede la capacidad del vaso.

Al estudiante que esté contando las cuentas puede dificultársele esta operación. Si esto ocurre, sólo tome nota de ello en el

hidrograma. (Ver el *Cierre* más adelante.)

**5. Verano:** La capa de nieve del invierno se ha derretido y el caudal disminuye. Indique a los estudiantes de los "nacientes" que disminuyan la velocidad y pasen las cuentas a un ritmo más lento. Indique a los estudiantes de los tributarios y del cauce principal que recojan las cuentas que se cayeron durante la inundación, y que las pasen río abajo. Esto representa el retroceso de las aguas de inundación y la normalización de las corrientes. Simule una tormenta de verano aislada, haciendo que uno de los nacientes pase las cuentas con nueva rapidez durante veinte segundos. ¿Qué le ha ocurrido ello al resto del sistema? Muchas personas se sorprenden al saber que una tormenta puede aportar cantidades significativas de agua en una parte de la cuenca, mientras que otras permanecen secas.

**6. Otoño:** Generalmente, los ríos tienen poco caudal durante los meses del otoño. Pida a los estudiantes que pasen las cuentas lentamente, pero no tanto como en el invierno (contando hasta uno o dos en vez de hasta tres, antes de pasar cada cuenta).

### ▼ Cierre

**1. Reúna a los estudiantes y pídale que describan su ubicación en la cuenca.** ¿Qué se siente ser un río naciente? ¿Cuál es la importancia de un tributario? ¿Cuál es la función del caudal principal de la cuenca? ¿Cuáles son los retos de cada componente? Segundo la clase, ¿qué tramo trabaja más? ¿Cómo influyen las estaciones y el clima en la corriente a través de la cuenca? Si el tiempo lo permite, pídale que intercambien lugares y repitan la actividad.

**2. Pídale que comparen entre sí las actividades "Observación de Cuencas" y "Cuando cuentas cuencas".** ¿En qué se parece la

cuenca que crearon a la cuenca donde viven, tal como se muestra en los mapas? ¿En qué se diferencian?

**3. Regrese al salón de clases y pídale al estudiante que registró el caudal que anote en el pizarrón sus hallazgos.** Pida a todos que elaboren un hidrograma (gráfica del caudal del agua) en una hoja de papel, usando como eje "X" la estación y como eje "Y" el número de cuentas que llegan al mar. Pídale que representen gráficamente las mediciones y que dibujen una línea que las conecte. ¿Cómo refleja la gráfica resultante el flujo de cuentas a través de la cuenca simulada? ¿Refleja la gráfica el caudal real del río? Puede decirse que imita la cantidad de agua que corre por el sistema, pero en el río verdadero las presas y desviaciones han alterado la corriente, haciendo el caudal más constante (o sea que una gráfica del flujo verdadero del río durante un año sería más plana que la del pizarrón).

**4. Explique a todos que la medición del caudal es importante porque les dice a las personas que administran el agua qué cantidad habrá disponible para regar los campos, para beber y para lavar la ropa, entre otras cosas.** En

la dinámica utilizamos cuentas como una unidad de medición. Los administradores del agua usan los litros por segundo ( $l/s$ ) y los metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) para medir la corriente. Cien litros por segundo significa que cien litros de agua pasan por un determinado punto cada segundo. Un metro cúbico es la cantidad de agua que se requiere para cubrir un metro cuadrado de terreno con una lámina de agua de un metro de altura. Equivale a 1 000 litros. Un litro por segundo que corre continuamente durante veinticuatro horas, equivale a 86 400 litros/día o, dicho de otra manera, a  $86.4\ m^3$  al día. Si cada cuenta que llegó a la cubeta ubicada al final de la "cuenca" representa 100 000 litros, ¿cuántos litros pasaron por el sistema?; ¿cuántos metros cúbicos representa esto?

### Evaluación

Pida a los estudiantes que:

- Comparen la forma de las cuencas con otros patrones de ramificación de la naturaleza (*Cierre, Paso 1*);
- Identifiquen el cauce principal de un río y sus tributarios (*Observación de Cuencas, Pasos 2 a 4*).
- Muestren el parteaguas de la cuenca (*Observación de cuencas, Pasos 5 a 6*).
- Muestren las subcuencas de la

cuenca (*Observación de cuencas, Paso 7*);

- Expliquen las partes del sistema de un río (*Cuando cuentas cuencas, Parte I, Pasos 1 a 4*);
- Demuestren el movimiento del agua en una cuenca durante cada estación (*Cuando cuentas cuencas, Parte II, Pasos 3 a 6*).
- Muestren cómo puede afectar el clima local el sistema de ríos de una cuenca (*Cuando cuentas cuencas, Parte II, Paso 5*).
- Comenten cómo se desplaza el agua a través de una cuenca (*Cierre, Paso 1*).
- Elaboren un hidrograma que muestre los patrones de flujo durante cada estación (*Cierre, Paso 4*).
- Convirtan los litros en metros cúbicos (*Cierre, Paso 5*).

### Extensiones

Como clase, elaboren un modelo grande de una cuenca usando cartulinas, tubos de plástico, madera u otros materiales. Simulen el flujo del agua a través del modelo, usando canicas, pelotas, agua, etcétera.

Usen cuentas de distintos colores para representar el agua que fluye de los distintos tributarios.

Investiguen en Internet o en las oficinas de la autoridad local del agua acerca de la cuenca en que viven.

### Otros recursos

The Watercourse, *Discover a Watershed Series: The Watershed Manager Educators Guide*, The Watercourse, Bozeman, 2002, [www.discoverawatershed.org](http://www.discoverawatershed.org)

*Descubre una cuenca: río Grande/río Bravo*, The Watercourse/Project WET International Foundation, 2001.

*Descubre una cuenca: el río Colorado*, Guía para Educadores, Project WET International Foundation, 2005.

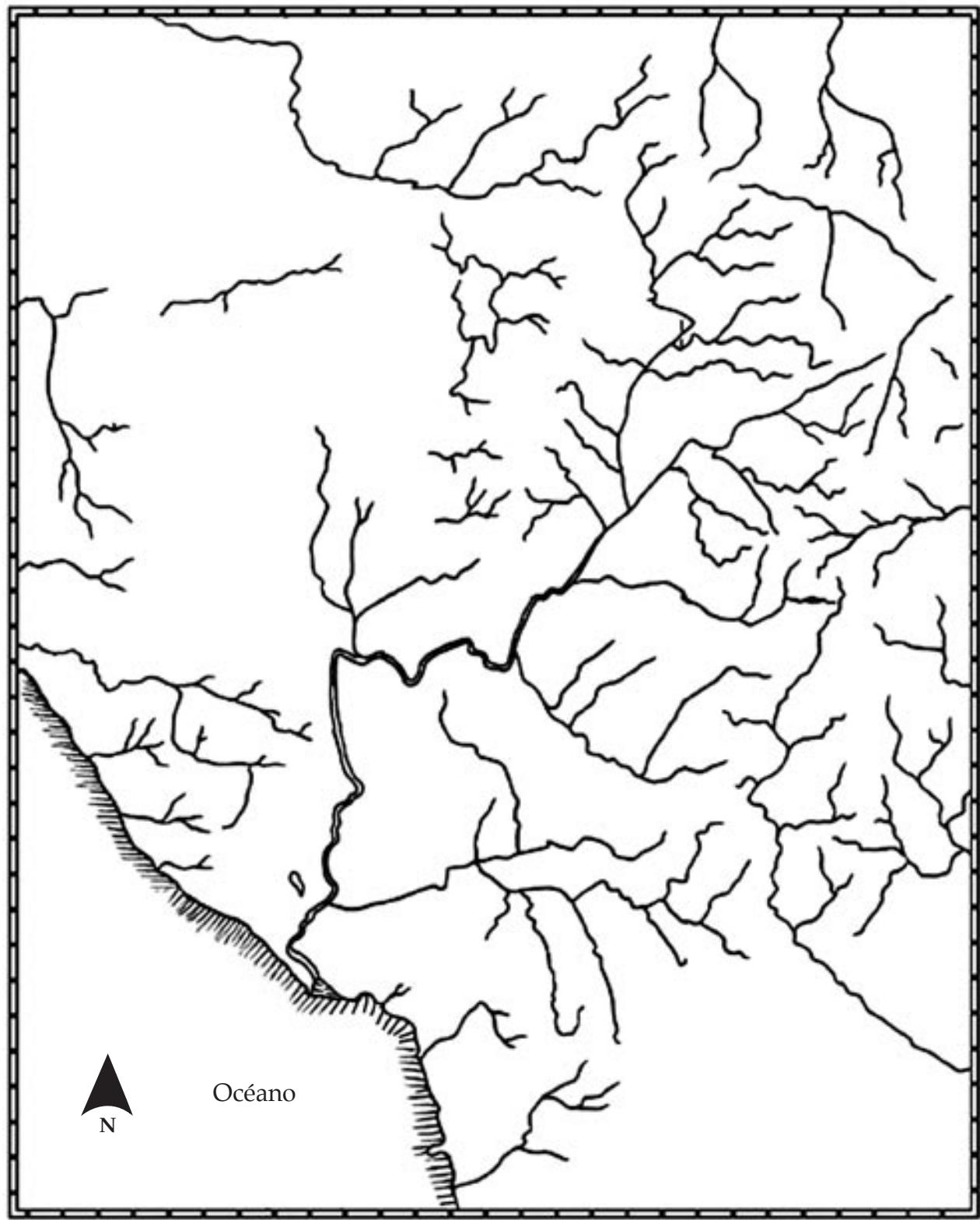
*Descubre una cuenca: el lago de Pátzcuaro*, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y Fundación Gonzalo Río Arronte, 2005.



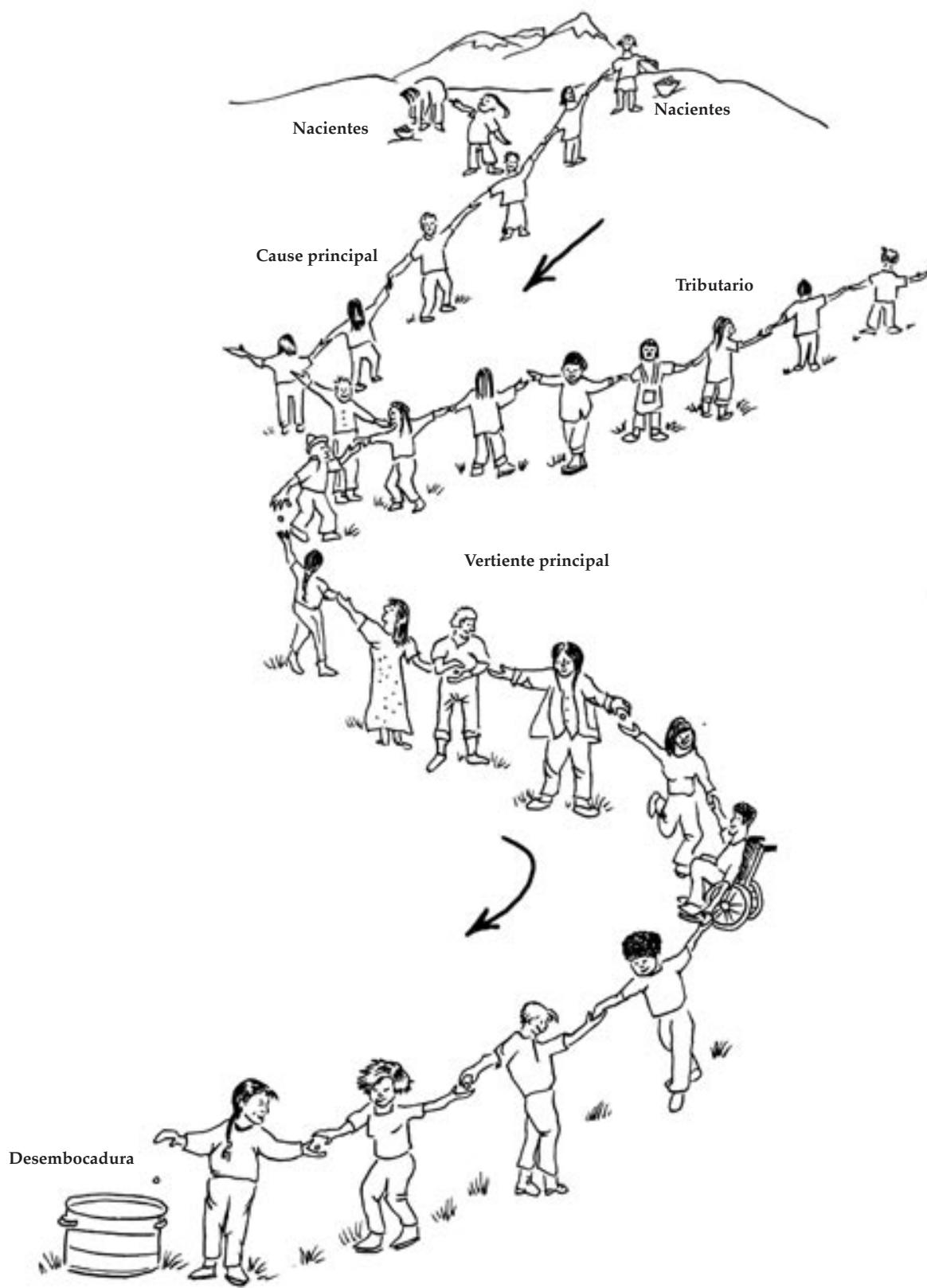
Cuenca "cerrada" en Pátzcuaro, México. Foto: Rita Vázquez del Mercado.

## Observación de cuencas

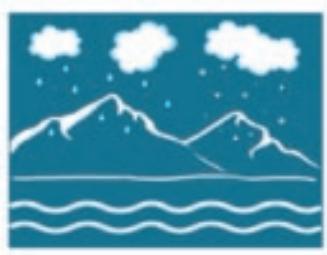
10



## Formación de cuencas. Página del maestro.



# El color del agua



■ **Edad recomendada:**  
De 4 a 6 años.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Educación Artística, Idioma (Español).

■ **Duración**  
De una a tres semanas.

■ **Lugar:**  
Dentro o fuera de la escuela, en puntos donde los estudiantes puedan observar directamente el agua (río, lago, fuentes o charcos).

■ **Habilidades:**  
Observación, comunicación, expresión artística.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“El viaje increíble” en donde los estudiantes describen el movimiento del agua e identifican sus estados físicos, dentro del ciclo hidrológico.

■ **Vocabulario:**  
Acuarela, crayón, estereotipo, tonalidad, producción artística, artista plástico.

Propuesta adaptada de:  
Programa regional  
Agua y Educación

*El agua de un río, una piscina, un lago; de cada gotita de lluvia, ¿de qué color se ve?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes reconocerán una variedad de lugares naturales y artificiales donde el agua está presente e identificarán el color que adquiere en cada uno de esos sitios. Despues producirán un dibujo o pintura al respecto.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Observarán e identificarán los colores y las tonalidades que adquiere el agua en un ambiente natural o artificial.
- Comunicarán oralmente ideas y sensaciones en torno al ambiente y al material grafo-plástico observado, tratando de ampliar su lenguaje.
- Expresarán plásticamente el resultado de sus observaciones y pensamientos relacionados con los colores del ambiente y en particular del agua.
- Cultivarán y desarrollarán la sensibilidad estética y el cuidado del ambiente.

## Materiales

- *Lámina 1* (ver Anexos al final de la guía).
- Juegos de crayones, de acuarelas, y/o de acrílicos.
- Una paleta y un pincel para cada estudiante.
- Papel, cartón y otros soportes a la mano.
- Libros, revistas, láminas con de obras pictóricas y fotografías.

## Conexiones

En general tenemos la tendencia a relacionar el agua con el color azul, pero mediante la observación en distintos lugares y contextos nos damos cuenta que no siempre es así. El reconocimiento de su color nos puede inclusive ayudar a reflexionar sobre su estado de

conservación pues en muchos casos nos puede indicar ciertos niveles de degradación (contaminación) y generar por tanto una conciencia sobre la necesidad de preservar el ambiente.

## Antecedentes

Herbert Read escribió: “*El arte es un modo de expresión en todas sus actividades esenciales, el arte intenta decírnos algo: algo acerca del universo, del hombre, del artista mismo. El arte es una forma de conocimiento tan precioso para el hombre como el mundo de la filosofía o de la ciencia. Desde luego, sólo cuando reconocemos claramente que el arte es una forma de conocimiento paralela a otra, pero distinta de ellas, por medio de las cuales el hombre llega a comprender su ambiente, sólo entonces podemos empezar a apreciar su importancia en la historia de la humanidad*” (En: Socorro Martín del Campo Ramírez).

Debe recordarse que la producción de un hecho artístico es una actividad cognitiva de carácter subjetiva y que por tanto, la elección del color y la justificación que cada uno de los estudiantes exprese para su realización artística no debe ser objetada. Como el producto final de este proyecto es la realización de un dibujo o pintura, es importante mostrarles reproducciones de movimientos pictóricos distintos a fin evitar que caigan en un estereotipo. Se sugiere que en la medida de lo posible los alumnos experimenten y repitan varias veces la experiencia a fin de para lograr lo que realmente quieren. Sería interesante que los mismos estudiante guardaran toda su producción plástica a fin de que puedan observar los cambios a lo largo de su propio proceso evolutivo, o que elijan aquella

que más se acerque a lo que querían representar. Ello queda sujeto a la propia elección de los alumnos.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Invite a que los estudiantes describan la escena que ven en la Lámina 1 (ver Anexos al final de la guía). Dirija su atención hacia cada uno de los componentes naturales que hay en ella, y luego haga que descubran en qué lugares hay agua. Guíelos hacia la percepción del color que el recurso presenta en la lámina. Ayúdeles a percibir su color apoyándose en las siguientes preguntas: ¿Hay agua? ¿Dónde? ¿De qué color es?

Indague sobre los conocimientos previos de los estudiantes con preguntas tales como: ¿El agua tiene color?, ¿Qué color tiene el agua que sale del grifo? ¿La de la lluvia? ¿La de un río? ¿La del mar? ¿La de los charcos?. Circunscriba las preguntas a ríos, arroyos o cuerpos de agua cercanos. Es probable que las respuestas de los estudiantes sean: el agua es transparente; es azul; es verde; es rojiza.

Se puede nombrar en ese momento la propiedad del color del agua y en base a las respuestas de los estudiantes dadas anteriormente, vuelva a preguntarles: ¿Por qué el agua

de lluvia es incolora y la del ..... se ve de color .....? ¿De qué color está pintada el agua en la lámina?

Propóngales realizar un dibujo o pintura con el tema del agua.

### ▼ Dinámica

#### 1. Acuerdos iniciales:

- Junto a los alumnos identifiquen materiales (acuarelas, témperas, crayones, agua, etc), herramientas (pinceles, paletas, otros), y soportes a emplear para la elaboración del dibujo o pintura (papel, cartón, otros).
- Selecionen lugares dentro o fuera del establecimiento donde se efectuará la observación directa del agua (río, lago, fuentes, charcos, etc).
- Identifiquen otros medios de observación (libros, revistas, videos, fotografías, obras pictóricas).
- Elijan la forma en la cual se registrarán los resultados de la observación e investigación.

#### 2. Experiencia directa.

- Planificación: Preparación de un registro que permita anotar los distintos elementos a ser observados en el lugar elegido.

- Observación: Los estudiantes podrán observar en el salón de clases y anotar los colores del agua de un florero, de un



Lluvia. Dibujo de niña de preescolar de la Ciudad de La Plata, Argentina, 2005.

balde, de un estanque, de un charco, o lavamanos, o la que cae en el jardín durante un día lluvioso. O también podrán hacerlo en el exterior, registrando las características generales de un río, arroyo u otro cuerpo de agua cercano a la escuela. Esta experiencia exterior permite observar el agua dentro de su ambiente en un paisaje determinado (urbano o rural).

- Procesamiento de la información: Actividad destinada al análisis de lo observado durante la experiencia directa.

#### 3. Lectura de imágenes.

- Observación de reproducciones de artistas plásticos.
- Observación de libros o revistas de fotografía, fotos sueltas o videos sobre el tema.

#### 4. Producción artística.

- Expresión de ideas: Elección de los colores para la representación del agua; descripción de la imagen que se quiere representar.
- Producción gráfica o pictórica: Desarrollo del dibujo o pintura, teniendo al agua como elemento central.

### ▼ Cierre

Con los trabajos realizados se realizará una exposición con apertura a los padres y familiares,



Burbujas. Dibujo de niña de preescolar de la Ciudad de La Plata, Argentina, 2005.



Mural elaborado por niños como preparación para el IV Foro Mundial del Agua. Foto: Fernando Leyva.

y durante la misma se les contará a los invitados las distintas etapas del proyecto y los estudiantes podrán expresar sus opiniones en relación a la obra realizada.

### Evaluación

14

Se hará a través de la observación durante las situaciones planificadas para el proyecto y por medio de las respuestas orales que surjan de las preguntas guías.

### *Guía de preguntas a formular durante el proyecto:*

*Durante la experiencia directa:*  
¿En qué lugares podemos encontrar agua? Dependiendo de los lugares que se elijan: ¿Qué color tiene? ¿Hay gran cantidad? ¿Se ve el fondo?, ¿Qué ven en el fondo? ¿Ven animales en ella (patos en la superficie; peces, ranas u otros en al cuerpo del agua o en el fondo)? ¿Hay basura

en el agua (botellas, latas, papeles...)? ¿Hay plantas? ¿Hay cerca (o lejos) alguna casa?

**Durante las lecturas de imágenes:**  
Establezca semejanzas y diferencias con los colores de las láminas, fotografías o videos observados: ¿De qué color se ve el agua? ¿El color rojizo, es siempre igual? Si observan la obra de un artista plástico, puede preguntarles: ¿Cómo piensan que el pintor logró obtener ese color azul? El color señalado surge de los colores

que se encuentren en el material con el que se está trabajando (seguramente encontrarán en el agua matices de marrones, azules, verdes, o simplemente encontrarán que es incolora).

**Durante el procesamiento de la información:** ¿Qué pueden decir sobre el color del agua?

**Para los momentos de producción:** ¿Cómo van a representarla en la pintura? ¿Es el agua de un río, de una piscina, de un lago, de lluvia? ¿De qué color van a pintarla? Estas preguntas deben favorecer la descripción de la imagen mental que los niños tienen de lo que quieren representar.

### Otros recursos

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Colección de videos, *Cultura del Agua para Niños*, México, 1998.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, Proyecto Fluoreciencia, *El color del agua en: Calidad de Aguas para estudiantes de Ciencias Ambientales*. [http://atenea.udistrital.edu.co/grupos/fluoreciencia/capitulos\\_fluoreciencia/calaguas\\_cap5.pdf](http://atenea.udistrital.edu.co/grupos/fluoreciencia/capitulos_fluoreciencia/calaguas_cap5.pdf)



Aqua sucia. Dibujo de niño de preescolar de la Ciudad de La Plata, Argentina, 2005.

# El viaje increíble



■ **Edad recomendada:**  
De 9 años en adelante.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias de la Tierra, Física,  
Ciencias Naturales.

■ **Duración:**  
Preparación:  
50 minutos.

Dinámica:  
Dos períodos de 50 minutos  
cada uno.

■ **Lugar:**  
Salón de clases amplio, patio o  
jardín.

■ **Habilidades:**  
Organización, análisis,  
interpretación.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“Visualizando el agua  
subterránea”, que explica cómo  
ocurre el desplazamiento del  
agua a través del suelo. “Una  
gota en la cubeta”, en donde se  
calcula el porcentaje de agua  
dulce disponible para consumo  
humano. “La tormenta”, donde  
se simulan los sonidos de una  
tormenta y se generan mapas  
de precipitación. “¿Agua en  
el aire?” que demuestra la  
existencia de agua en el aire y  
explica la importancia que tiene  
en el ciclo hidrológico.

■ **Vocabulario:**  
Estados físicos del agua,  
condensación, evaporación,  
fusión, sublimación, fuerzas  
electromagnéticas.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*Agua que bebes hoy... ¿dónde  
estará mañana?*

## ▼ Resumen

Con un juego de dados, los estudiantes simularán el desplazamiento del agua dentro del ciclo hidrológico.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Describirán el desplazamiento del agua dentro de su propio ciclo.
- Identificarán los estados físicos del agua en función de ese desplazamiento.

## Materiales

- Nueve pedazos grandes de papel.
- Copias de la *Tabla del ciclo del agua* (opcional).
- Marcadores.
- Nueve cajas de aproximadamente 15 cm por lado, que serán los dados del juego. Se pueden usar otros materiales. Habrá un dado por cada estación del ciclo del agua. (Para agilizar el ritmo del juego, pueden emplearse más dados en cada estación, especialmente, en las de nubes y océanos). Los rótulos e imágenes para las caras del dado se encuentran en la *Tabla del ciclo del agua*. Estos rótulos representan las opciones de trayectos que puede seguir el agua, e incluyen una explicación. Otra opción es usar una flecha giratoria en vez de los dados (use la dinámica “Una gota en la cubeta” para el diseño de la flecha giratoria; es necesario diseñarla para cada estación).
- Elástico delgado. Se puede usar hilo grueso u otro material para hacer un brazalete.
- Cuentas de plástico o de cualquier otro material, para ensartar en el elástico.
- Nueve recipientes pequeños, para colocar las cuentas.

- Un dispositivo generador de ruido (campana, silbato, timbre eléctrico).

## Conecciones

Cuando los estudiantes piensan en el ciclo del agua, a menudo imaginan un círculo de agua que fluye de un arroyo al océano, se evapora y forma las nubes, cae como lluvia en lo alto de la montaña y fluye de vuelta al arroyo. El papel que desempeña una molécula de agua ayuda a que los estudiantes conceptualicen dicho ciclo como algo más que solo una vía bidimensional predecible.

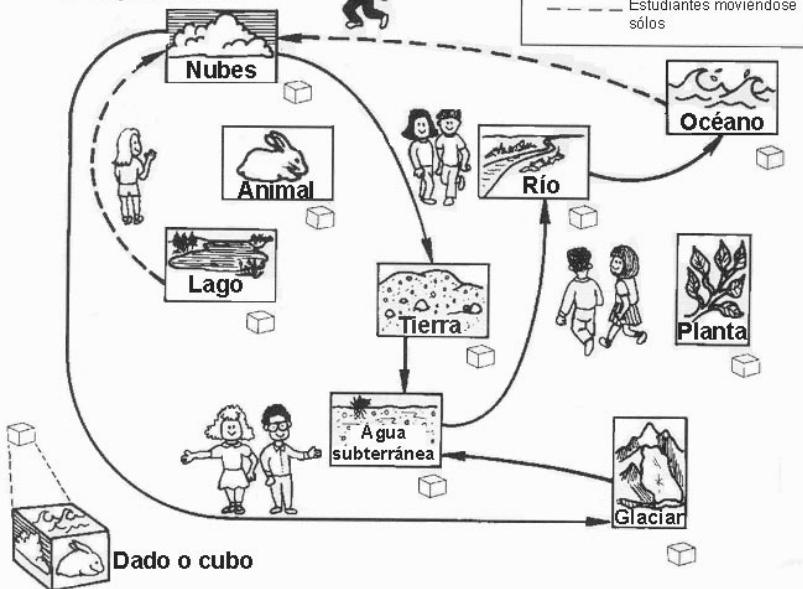
## Antecedentes

En el ciclo del agua, esta puede seguir rutas muy variadas. La energía calorífica influye directamente sobre la velocidad de desplazamiento de las moléculas del líquido (aumentándola), de tal forma que el agua cambiará de sólida a líquida y a gaseosa. Con cada cambio de estado, suele producirse un desplazamiento físico de un lugar a otro. Los glaciares se derriten y su agua va a las pozas; luego llega a los arroyos, de donde puede evaporarse hacia la atmósfera

La fuerza de gravedad hace que el agua se desplace a través, por debajo y por encima de la superficie terrestre. El agua como sólido, líquido o gas, tiene masa y está sujeta a la fuerza gravitacional. La nieve de las montañas se derrite y escurre a través de las cuencas, hasta los océanos.

Uno de los estados más visibles en que el agua se desplaza es el líquido: fluye en arroyos y ríos, y da tumbos en las olas del mar. Se filtra al subsuelo lentamente, escurriendo y avanzando a través de los componentes del propio suelo y los poros de las rocas.

Los alumnos pueden hacer un mapa para trazar en él sus movimientos durante el viaje increíble.



Aunque no se ven, los desplazamientos más dramáticos del agua ocurren durante su fase gaseosa. El agua se evapora constantemente, cambiando de líquido a gas. Como vapor, puede viajar por la atmósfera. De hecho, el agua, en su forma de vapor, nos rodea todo el tiempo. Su condensación y retorno a la superficie terrestre depende de la pérdida de energía calorífica y de la fuerza de gravedad. El agua condensada puede verse en forma de rocío sobre las plantas, o como pequeñas gotas en la parte externa de un vaso de agua fría. En las nubes, las moléculas de agua se reúnen y forman diminutas partículas. Finalmente, las gotitas de agua crecen y se vuelven tan pesadas que la fuerza de gravedad las atrae hacia la superficie terrestre.

Los seres vivos también ayudan a que el agua se desplace. Los seres humanos y otros animales la llevan en el cuerpo, transportándola de un lugar a otro. El agua es consumida directamente por los animales, o bien es extraída de los alimentos durante la digestión. Es excretada como líquido (sudor, heces, orina) o sale en forma de gas,

generalmente por la respiración. Cuando hay agua en la piel de un animal (por ejemplo, al transpirar), puede asimismo evaporarse.

Las plantas son los organismos que mayormente desplazan el agua. Sus raíces la absorben, y algo del agua es empleada por el tallo, pero la mayor parte se desplaza hacia la parte superior, a la superficie de las hojas. Allí se expone al aire y a la energía del sol, y se evapora con facilidad. Este proceso se llama "evapotranspiración".

Todos estos procesos funcionan juntos para desplazar el agua alrededor, a través y sobre la superficie terrestre.

### Procedimiento

#### ▼ Introducción

Pida a los estudiantes que identifiquen los distintos sitios a los que el agua va mientras se desplaza a través de la Tierra. Escriba las respuestas en el pizarrón.

#### ▼ Dinámica

- Diga a los estudiantes que van a transformarse en moléculas de agua y se desplazarán a través del ciclo del agua.

2. Clasifique los lugares a los que el agua puede desplazarse en nueve estaciones: Nubes, Plantas, Animales, Ríos, Océanos, Lagos, Agua subterránea, Tierra y Glaciares. Escriba estos nombres en los pedazos grandes de papel y colóquelos en diferentes sitios del salón de clases o en el patio. (Los estudiantes pueden ilustrar las nueve estaciones.)

3. Asigne un número par de estudiantes a cada estación. (La de las nubes puede tener un número impar). Haga que identifiquen los diversos sitios a donde va el agua de su estación en el ciclo del agua. Discutan sobre las condiciones que ocasionan que el líquido vital se desplace. Explique que el desplazamiento del agua depende de la energía del sol, de la energía electromagnética y de la fuerza de gravedad. En ocasiones el agua no irá a ninguna parte. Después de que los estudiantes hagan sus listas, cada grupo compartirá su trabajo. Puede darse el dado de cada estación a ese grupo y ellos revisarán si se cubrieron todos los sitios a los que va el agua. El cuadro del *Ciclo del agua* proporciona una explicación de los desplazamientos del agua de cada estación.

4. Los estudiantes deben discutir la forma en que el agua va de un lugar a otro. La mayor parte de los desplazamientos de una estación a otra se efectúa cuando el agua está en forma líquida. No obstante, en cualquier momento el agua que se mueve hacia las nubes se encuentra en forma de vapor, con moléculas que se desplazan con rapidez y se alejan unas de las otras.

5. Diga a los estudiantes que van a demostrar el desplazamiento del agua de un lugar a otro.

Cuando se desplaza como líquido, ellos caminan en pares, representando así a las múltiples moléculas de agua unidas en una gota. Cuando los estudiantes van hacia las nubes (se evaporan), se separarán de sus compañeros y se

desplazarán solos, como moléculas de agua individuales. Cuando el agua cae como lluvia de las nubes (se condensa), los estudiantes se unirán a un compañero e irán al siguiente lugar.

**6. En este juego, el tiro del dado determina a dónde va el agua.** Los estudiantes se forman para tirar el dado en su estación (en la de las nubes se alinearán en una sola fila, pero en el resto deberán formarse por pares). Los estudiantes tiran el dado y van al lugar que indica la cara del mismo. Si al tirar se obtiene *te quedas*, irán al final de la fila a esperar un nuevo turno. Cuando los estudiantes llegan a la siguiente estación se forman y, cuando llegan al frente de la fila, tiran el dado y van a la siguiente estación (o al final de la fila, si en la cara del dado aparece *te quedas*). En las nubes, los estudiantes tiran el dado individualmente, pero si salen de las nubes se unen a otro compañero (a la persona que les siga en la fila) y se dirigen a la estación que se indica; el compañero no tira el dado.

**7. Los estudiantes deben registrar sus desplazamientos.** Esto se hace trazando un mapa o llevando notas de cada desplazamiento, incluyendo *te quedas*. Otro procedimiento es hacer que juegue la mitad de la clase mientras la otra observa y registra los desplazamientos de sus compañeros. En la siguiente ronda se intercambian jugadores y observadores.

**8. Diga a los estudiantes que el juego comenzará y terminará con el sonido de una campana (o timbre eléctrico, o silbato).** ¡Comience el juego!

**9. Si utiliza las cuentas, dígales que al llegar a cada estación tomen una y la ensarten en el elástico. Harán lo mismo cuando la cara del dado diga: *te quedas*.** Formarán así su brazalete del ciclo del agua.

### ▼ Cierre

Si usó las cuentas y el elástico, pida a los estudiantes que cuenten los diversos colores de las cuentas que tienen en el brazalete. Esto les dirá que el agua solo viaja por algunas de las estaciones que aparecen en su ciclo. El agua no necesariamente tiene que viajar por todas las estaciones.

Pida a los estudiantes que revisen las cuentas o los registros de sus viajes para escribir una historia sobre los lugares a donde el agua ha ido. Deben incluir la descripción de las condiciones necesarias para que el agua se desplace de un lugar a otro, y el estado en el cual lo hizo. Discutan cualquier *ciclo* que haya ocurrido (es decir, si los estudiantes regresaron a la misma estación).

Pídale que identifiquen las formas en que el agua se desplaza hacia y desde sitios determinados (un estacionamiento, un río, un glaciar o alguna parte del cuerpo humano, como la vejiga). Pídale que identifiquen los estados del agua. Haga que los mayores enseñen *El viaje increíble* a los menores.

### Evaluación

Haga que los estudiantes:

- Representen el papel del agua que se desplaza por su ciclo. (*Pasos 6, 7 y 8*).
- Identifiquen los estados físicos del agua mientras se desplaza por su propio ciclo (*Paso 4 y Cierre*).
- Escriban una historia que refiera el desplazamiento del agua (*Cierre*).

### Extensiones

Haga que los estudiantes comparén el desplazamiento del agua durante las distintas estaciones del año y en diferentes lugares del mundo. Pueden adaptar el juego (cambiando las caras del dado, o agregando estaciones alternativas) para representar estas condiciones, o lugares distintos.

Haga que los estudiantes investiguen cómo es que el agua se contamina y se limpia

al transitar por su propio ciclo. Por ejemplo, puede recoger contaminantes mientras viaja por el suelo, y después dejarlos en la superficie cuando se evapora. Desafíe a los estudiantes para que enriquezcan "El viaje increíble", incluyendo estos procesos.

Por ejemplo, bolitas de cinta adhesiva pueden representar los contaminantes y pegarse a ellos mientras viajan por la estación de la "tierra". Algo de este material se filtrará cuando el agua se desplace hacia el "lago". Demuestre esto haciendo que los estudiantes se froten los brazos para desprenderse de parte de la cinta. Si les toca "nubes", se quitan toda la cinta, ya que el agua que se evapora se deshace de todos los contaminantes.

### Otros recursos

Anne E. Egger, *El Ciclo Hidrológico: El viaje del agua a través del tiempo*, Visionlearning Vol. EAS-2 (2s), 2003. [www.visionlearning.com/library/module\\_viewer.php?mid=99&l=s](http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=99&l=s)

Aráujo, Joaquín, *El agua sorbos de vida*, Lunwerg, Barcelona, 2001.

Echarri, Luis, *Hidrosfera*, Libro electrónico Ciencias de la Tierra y del medio ambiente, Escuela de Ingenieros de San Sebastián, Universidad de Navarra, s/f, [www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/03AtmHidr/130Hidr.htm](http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/03AtmHidr/130Hidr.htm)

*Chipi-chipi*, multimedia en cd y en línea sobre el ciclo hidrológico, CNA- IMTA, México, 2000, [www.imta.mx/programas-especiales-frames.phtml](http://www.imta.mx/programas-especiales-frames.phtml)

Llamas, Andreu, *La lluvia*, Ediciones Lema, S.L., Barcelona, 1996.

Modelo tridimensional de moléculas de agua. [www.3dmoleculardesigns.com/water](http://www.3dmoleculardesigns.com/water)

United States Geological Survey y Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO (trad), *El ciclo del agua*, <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycles/spanish.html>

# Ciclo del agua

ESTACIÓN	RÓTULO DEL DADO	EXPLICACIÓN
Tierra.	Un lado <i>planta</i> . Un lado <i>río</i> . Un lado <i>agua subterránea</i> . Dos lados <i>nubes</i> . Un lado <i>te quedas</i> .	Las raíces de la planta absorben el agua. El suelo se satura de agua y esta escurre hacia un río. El agua es atraída por la fuerza de gravedad; se filtra a través del suelo. El agua absorbe energía calorífica; se evapora y va a formar las nubes. El agua permanece en la superficie (tal vez en un charco o adhiriéndose a una partícula de suelo).
Planta.	Cuatro lados <i>nubes</i> . Dos lados <i>te quedas</i> .	El agua sale de la planta por evapotranspiración. El agua es usada por la planta y se queda en sus células.
Río.	Un lado <i>lago</i> . Un lado <i>agua subterránea</i> . Un lado <i>océano</i> . Un lado <i>animal</i> . Un lado <i>nubes</i> . Un lado <i>te quedas</i> .	El agua fluye hacia un lago. El agua es atraída por la fuerza de gravedad; se filtra a través del suelo. El agua fluye hacia el océano. Un animal bebe agua. El agua absorbe energía calorífica, se evapora y va a formar las nubes. El agua permanece en la corriente del río.
Nubes.	Un lado <i>tierra</i> . Un lado <i>glaciar</i> . Un lado <i>lago</i> . Dos lados <i>océano</i> . Un lado <i>te quedas</i> .	El agua se condensa y cae a la superficie terrestre. El agua se condensa y cae como nieve a un glaciar. El agua se condensa y cae a un lago. El agua se condensa y cae al océano. El agua permanece en la atmósfera, como partículas muy pequeñas, o pegada a partículas de polvo.

# Ciclo del agua

ESTACIÓN	RÓTULO DEL DADO	EXPLICACIÓN
Océano.	Dos lados <i>nubes</i> . Cuatro lados <i>te quedas</i> .	La energía calorífica hace que el agua se evapore, vaya a la atmósfera y forme las nubes. El agua permanece en el océano.
Lago.	Un lado <i>agua subterránea</i> . Un lado <i>animal</i> . Un lado <i>río</i> . Un lado <i>nubes</i> . Dos lados <i>te quedas</i> .	El agua es atraída por gravedad y se filtra al suelo. Un animal bebe agua. El agua fluye hacia un río. El agua absorbe energía calorífica, se evapora y forma las nubes. El agua se queda en el lago.
Animal.	Dos lados <i>tierra</i> . Tres lados <i>nubes</i> . Un lado <i>te quedas</i> .	El agua es excretada por heces y orina. El agua transpirada o evaporada del cuerpo va a la atmósfera y forma las nubes. El agua es integrada al cuerpo.
Agua subterránea.	Un lado <i>río</i> . Dos lados <i>lago</i> . Tres lados <i>te quedas</i> .	El agua se filtra al río. El agua se filtra a un lago. El agua permanece en el subsuelo.
Glaciar.	Un lado <i>agua subterránea</i> . Un lado <i>nubes</i> . Un lado <i>río</i> . Tres lados <i>te quedas</i> .	El hielo se derrite y se filtra en el suelo. El hielo se evapora y el agua va a la atmósfera y a formar nubes (sublimación). El hielo se derrite y el agua fluye hacia un río. El hielo permanece en el glaciar.

# Entrando en calor



■ **Edad recomendada:**  
De 10 a 15 años.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias de la Tierra,  
Matemáticas, Geografía, Artes  
Plásticas.

■ **Duración:**  
Preparación:  
30 minutos.

Dinámica:  
Tres sesiones de 40 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases y diversos puntos  
de la comunidad.

■ **Habilidades:**  
Investigación, organización,  
interpretación.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“Buscamos soluciones”, que  
motiva hacia la preservación  
del medio ambiente, y  
“Coloréame una cuenca”, donde  
las actividades a desarrollar  
propician la toma de conciencia  
sobre las formas en que el  
desarrollo humano puede  
afectarlo.

■ **Vocabulario:**  
Calentamiento global, cambio  
climático, efecto de invernadero,  
dióxido de carbono, radiación  
infraarroja.

Propuesta elaborada por  
Juan Carlos Fallas

*Los dinosaurios desaparecieron  
por su incapacidad para  
adaptarse a cambios en su medio  
ambiente. ¿Quiénes podrán  
adaptarse al cambio climático de  
nuestros días?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes harán gráficos sobre la temperatura de la Tierra en relación con el dióxido carbono ( $\text{CO}_2$ ), para comprender el calentamiento global y con ello el cambio climático. Esto, asociado a la vivencia de las personas más adultas de la comunidad respecto de la modificación del clima, y de sus recuerdos de las formas como ha sufrido cambios en su lugares de residencia a través del tiempo.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Examinarán el aumento de la temperatura media del planeta.
- A partir de las vivencias de las personas adultas, analizarán cómo ha sido percibido el cambio climático en las diferentes comunidades.
- Investigarán en diferentes fuentes bibliográficas sobre el cambio climático y los temas asociados a él.
- Reflexionarán sobre la responsabilidad que todos los habitantes del planeta tenemos en el cambio climático, y los efectos de estos sobre el recurso hídrico.

## Materiales

- Papel milimétrico, para la elaboración de gráficos.
- Copias de los cuadros 1 y 2 (*Temperatura Media Global del Planeta y Contenido de  $\text{CO}_2$  de la Atmósfera*).
- Lápices de colores para el trazo del gráfico.
- Revistas que contengan artículos afines al tema, para su análisis y comprensión.

## Conexiones

Los estudiantes habrán escuchado que han venido operándose algunos cambios significativos en el patrón de vida de los animales, las plantas y hasta del ser humano, debido a cambios del clima, y cómo esto ha repercutido en el recurso hídrico. Precisamente, esto se debe a que los científicos han visto que durante los últimos 100 años la Tierra ha presentado un aumento de la temperatura, de  $0.6^\circ\text{C}$  (grados Celsius). De ahí la importancia de aprender sobre este tema y lo que el futuro nos depara ante el cambio climático y su relación con el recurso hídrico.

## Antecedentes

Con anterioridad a esta actividad, los estudiantes deben repasar cómo se hacen los gráficos. Asimismo, investigarán sobre el efecto de invernadero, los gases de efecto de invernadero y el calentamiento global.

Desde hace mucho, el concepto de “cambio climático” venía identificándose con los cambios del clima que el planeta había manifestado a través de su existencia; pero no fue hasta la realización de la Conferencia del Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Brasil en junio de 1992, que ese concepto varió y se asumió como: “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables”. Este concepto fue tomado del Primer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

De tal manera, al hablarse del

cambio climático debe existir una compresión clara del término, ya que se pensaría que es el mismo concepto que había existido siempre. Pero ya vimos que modernamente es más amplio e involucra al ser humano en la transformación del clima del planeta.

El IPCC se creó con el fin de llevar un registro sobre el comportamiento de la Tierra. Se estableció por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como un órgano subsidiario de asesoramiento científico y tecnológico encargado de proporcionar información y asesoramiento oportuno, a la vez que de actuar como un elemento fundamental en la cooperación global para afrontar el reto del cambio climático y sus efectos.

De otra parte, hay que tener presente que los factores meteorológicos que definen el clima varían en diversas escalas del tiempo, desde períodos menores a un día hasta cientos de miles de años. A través de los milenios, el clima del planeta ha sufrido grandes transformaciones, pasando por etapas muy frías (glaciaciones) y por períodos cálidos que son inducidos por aspectos naturales del planeta, conocidos como efectos extremos.

Por eso es importante estudiar el clima del pasado,

o sea la Paleoclimatología, donde se requiere un trabajo interdisciplinario entre meteorólogos, geólogos, oceanógrafos, botánicos, historiadores y otros especialistas, para determinar los cambios respectivos.

Esto permite conocer aspectos generales del clima y prever su comportamiento futuro, especialmente hoy en día, cuando se ve afectado por la presión humana sobre los recursos naturales del planeta. Esto es parte de los efectos internos del cambio climático, pues la explotación de la naturaleza está alcanzando los límites máximos convenientes para mantener la vida tal y como actualmente la conocemos.

**Efecto natural de invernadero.** La atmósfera de la Tierra contiene una serie de gases conocidos como "gases de efecto de invernadero" (GEI), cuyas concentraciones son relativamente bajas. Representan el 1% de los gases de la atmósfera; pero, aun así, repercuten de manera importante en la vida del propio planeta. Uno de ellos es el CO<sub>2</sub>, que representa un papel decisivo en el equilibrio térmico. El efecto de "invernadero natural" propio de la Tierra consiste en mantener un equilibrio entre la energía de radiación que llega al planeta y la que sale de él. Cuando la Tierra recibe la radiación solar, una pequeña

parte se refleja al espacio, otra se absorbe en la atmósfera y otra más atraviesa esta y calienta la superficie terrestre.

Al darse este calentamiento, la Tierra emite radiación hacia el espacio, la cual es absorbida por algunos gases presentes en la atmósfera, como el vapor de agua y el CO<sub>2</sub>. Estos la envían de nuevo hacia la superficie terrestre, generando una temperatura promedio global del planeta, que es de 15°C. Sin este efecto, la temperatura terrestre sería de menos 18 grados Celsius. (Ver la figura 1.)

**La intervención humana en el efecto de invernadero.** La problemática actual sobre dicho tema es que la presencia de los gases de efecto de invernadero ha aumentado a causa de las actividades humanas, lo cual representa una alteración al equilibrio térmico natural del planeta, que a su vez puede alterar el sistema climático en muy poco tiempo.

Desde el inicio de la revolución industrial (1750, aproximadamente) el hombre ha buscado mejorar sus condiciones de vida, desplegando diversas destrezas. Desde que en los procesos industriales utilizó los combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo, para lograr la referida mejora, ha generado emanaciones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y ha aumentando su concentración. Por consiguiente, el efecto natural de invernadero se ha alterado y, en consecuencia, la temperatura del planeta ha comenzado a incrementarse.

Aunado a esto, se manifiesta el problema de la perforación de la capa de ozono, lo que permite la llegada de mayor radiación ultravioleta a la superficie terrestre. Toda esta situación conlleva al calentamiento global del planeta. (Ver la figura 3.)

Las principales emisiones de efecto térmico generadas por las actividades humanas son: quema

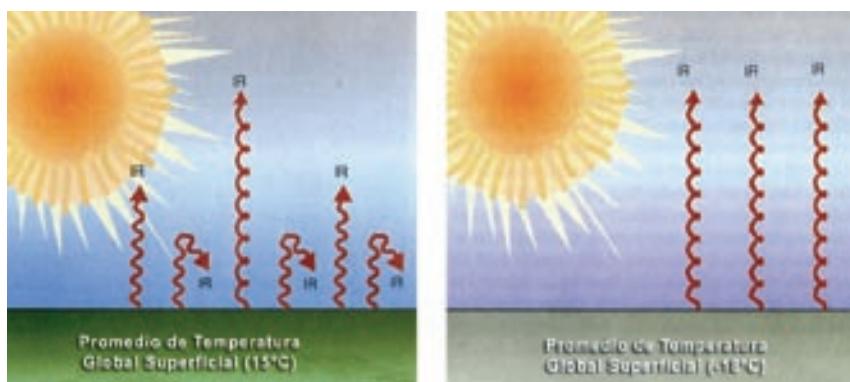


Fig. 1. La radiación infrarroja (IR) que refleja el planeta puede actuar (a) en una atmósfera con gases de efecto de invernadero, o (b) en una donde no existan esos gases. (Ahrens, 1994).

de bosques, transporte, procesos industriales, manejo de desechos, uso de refrigerantes y algunas actividades agrícolas como la producción de arroz, o pecuarias, como la ganadería. Todas ellas producen emisiones de gases como metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{NO}_2$ ); el ya mencionado dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ); Ozono ( $\text{O}_3$  troposférico) y Halocarbonos (CFC o HFC).

Se ha establecido que el  $\text{CO}_2$  contribuye en un 60% a los cambios del efecto de invernadero, mientras que el  $\text{CH}_4$  un 20%. El resto de los gases indicados completan el 20% restante.

El planeta cuenta con una manera natural de equilibrar la concentración de los gases de efecto de invernadero. Sin embargo, esta no es ilimitada. Los bosques y los océanos pueden absorber grandes cantidades de  $\text{CO}_2$ , por lo que se los conoce como "sumideros". De ahí que la deforestación constituya un problema para el planeta, ya que al disminuir la cobertura boscosa de la Tierra, disminuye su capacidad de absorber  $\text{CO}_2$ , incrementándose aún más su tendencia al calentamiento.

**Magnitud del cambio climático, provocada por el calentamiento global.** Resultados de estudios científicos han demostrado que el clima del planeta cambiará durante el presente siglo debido al incremento del efecto de invernadero. Pero aún no existe la certeza de cuál sería la magnitud de ese cambio, y su distribución en las diferentes regiones del mundo.

Actualmente se sabe que la temperatura global del planeta aumentó entre 0.3 y 0.6 grados Celsius durante los últimos 100 años. En la década de los años 80 se inicia un nuevo periodo de incremento de la temperatura, el cual hoy continúa, y se presentan como referencia de este patrón los años 1998, 2002, 2003 y 2005, como los más cálidos del último

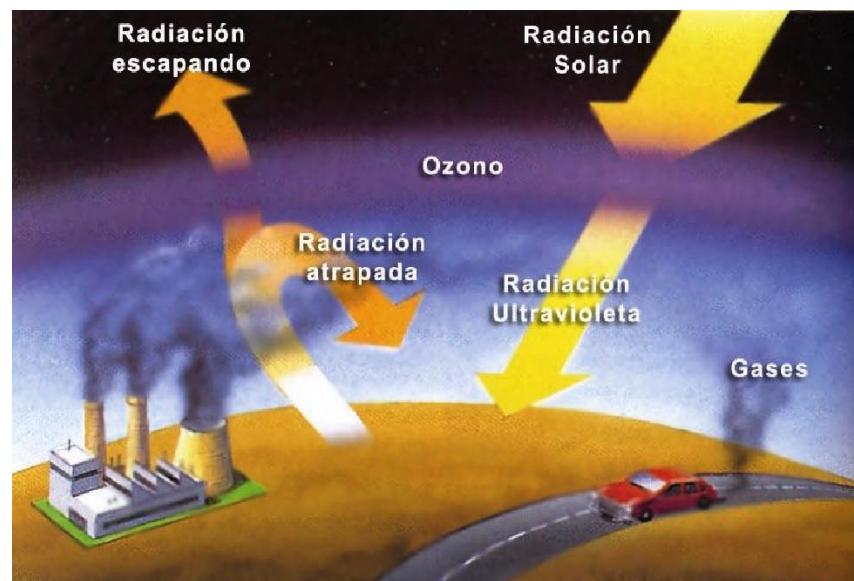


Fig. 3. Esquema de la alteración del efecto de invernadero (Parragón, 1998).

cuarto de siglo.

Las investigaciones del IPCC en 2001 establecen que la temperatura global se incrementará a un ritmo que al año 2100 sería de entre 1.4 a 5.8°C mayor que la actual.

Hasta ahora, no todos los países del mundo se han comprometido con seriedad hacia un cambio de actitudes que preserve el medio ambiente y con ello a la humanidad. Sin embargo, se hacen grandes esfuerzos para determinar la magnitud del cambio climático global y los regionales, a fin de tomar las medidas correspondientes para adaptarse a ellos o para mitigar sus efectos. Al parecer, la mejor posibilidad de solución sigue siendo un cambio fundamental de actitud: *costrar un mayor aprecio por el valor ecológico de los recursos del planeta*.

#### Consecuencias del calentamiento global:

1. Deshielo polar.
2. Aumento de la actividad ciclónica.
3. Aumento de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue y el mal de Chagas.
4. Aumento de tierras áridas y desiertos.

5. Riesgo de una mayor disminución de la biodiversidad.
6. Cambios nocivos en la agricultura.
7. Incremento de los eventos más intensos de precipitación.
8. Mayores amenazas de incendios forestales y disminución de la precipitación.
9. Alteración de los recursos costeros y marítimos.
10. Incremento del índice de calor o sensación térmica.
11. Temperaturas máximas más altas; días más calientes.
12. Temperaturas mínimas más altas; noches menos frías.

Las alteraciones en las actividades anteriores podrían tener consecuencias económicas importantes, que pudiesen a su vez alterar las relaciones comerciales entre países y regiones, así como la distribución de la población y los asentamientos humanos.

De otra parte, los recursos hídricos se verían afectados en lo siguiente:

1. Mayor dificultad en el abastecimiento del agua.
2. Mayor precipitación y evaporación.
3. Distinta distribución

- geográfica de las lluvias.
4. Afectación de la cantidad de agua que se capta, por la variación de las precipitaciones.
  5. Mayor sensibilidad de la hidrología local cuanto más seco se vuelva el clima.
  6. Crecimiento de las escorrentías de las latitudes altas debido a las mayores precipitaciones.
  7. Distribución irregular de la lluvia en latitudes tropicales, por lo cual los resultados de los respectivos modelos presentarán grandes variaciones.
  8. Afección de embalses y depósitos tanto por las precipitaciones irregulares como por el proceso de la evaporación.
  9. Invasión de fuentes costeras de agua dulce por elevación de los mares.
  10. Mayor tensión en las poblaciones, la agricultura y el medio ambiente, por un menor abasto de agua.
  11. Necesidad de una mayor generación hidroeléctrica, debido a una mayor demanda de agua potable.
  12. Limitación periódica de la producción silvícola anual, debido a la carencia de agua en ciertos períodos.
- Solo una gestión adecuada del recurso ante estos escenarios podría contribuir a reducir la vulnerabilidad resultante del cambio climático.
- ### Procedimiento
- #### ▼ Introducción
- Prepare junto con los estudiantes una entrevista que harán a las personas de más edad de la comunidad, o a familiares, con el fin de que describan y sean evidencia viviente de los cambios del clima que han experimentado, y con ello de

las costumbres, vestuarios o cualquier otra descripción importante relacionada con el tema.

Prepare lecturas apropiadas extraídas tanto de periódicos nacionales como locales sobre los temas afines, y su relación con el recurso hídrico.

#### ▼ Dinámica

1. Con la información recopilada en las entrevistas, los estudiantes harán exposiciones utilizando diferentes recursos audiovisuales, tales como carteles, dibujos o diagramas.
2. Utilizando el *Cuadro 1: Temperatura Media Global de la Tierra*, los estudiantes representarán a través de un gráfico, la variación de la temperatura a lo largo del tiempo. Será necesario que extrapole el valor de la temperatura bajo los dos escenarios que establece el IPCC, de 1.4°C a 5.8°C, para el año 2100.
3. Con las lecturas complementarias asignadas por el docente, los estudiantes determinarán los factores de mayor peso que han inducido al aumento de la temperatura.
4. Utilizando el *Cuadro 2: Temperatura Global Media de la Tierra* y contenido de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera, los estudiantes representarán, mediante un gráfico, el comportamiento de ambos parámetros a través del tiempo. Redacte las conclusiones más importantes observadas.

#### Cierre

Utilizando la técnica del debate, propicie una discusión con los estudiantes sobre las conclusiones obtenidas en el desarrollo del tema "Calentamiento global y agua".

### Evaluación

Haga que los estudiantes:

- Explique las gráficas elaboradas y los factores que han inducido el incremento de la temperatura (pasos 2, 3 y 4).
- Expresen en forma creativa su visión del mundo, en el marco del cambio climático y de acuerdo con su relación con el recurso hídrico, así como las medidas de adaptación o de cambio que se pudieran considerar para minimizar los efectos negativos antes estudiados (*Cierre*).
- Expongan los resultados de sus entrevistas respecto al cambio climático y de costumbres experimentado por personas mayores (paso 1).

### Otros recursos

Ahrens, Donald, *Meteorology Today: An introduction to weather, climate, and the environment*, West Publishing Company, s/l, 1994.

Chémery, Laure, *Los climas ¿un futuro imprevisible?*, Biblioteca Actual Larousse, s/l, 2003.

*¿Con el agua hasta el cuello? América Latina y el Caribe: La amenaza del cambio climático sobre el medio ambiente y el desarrollo humano*, Tercer informe del Grupo de Trabajo sobre el Cambio Climático y el Desarrollo, Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, [www.iied.org/pubs/display.php?o=10017SI&I&n=17&l=50&c=climate](http://www.iied.org/pubs/display.php?o=10017SI&I&n=17&l=50&c=climate)

IUCN, "Adaptación de la Gestión de los Recursos Hídricos al Cambio Climático, Cambio Climático, Carpeta de Información. Suiza, 2003", *Cambio, Costa Rica*, 1998.

Fallas S., J.C. y Oviedo J. R., *Fenómenos Atmosféricos y Cambio Climático, Visión Centroamericana*, San José, 2003.

Parramón, El Tiempo. Planeta Vivo, Barcelona, Ed. Parramón, PNUMA-UNFCCC, 2004.



**Cuadro 1**  
Temperatura Media Global de la Tierra.

AÑO	TEMP. (°C) *
1900	13,7
1910	13,6
1920	13,7
1930	13,8
1940	13,9
1950	13,8
1960	14,0
1970	13,9
1980	14,1
1990	14,3
2000	14,3
2005	14,5
---	---
2100	¿15.9? ¿20.3?

24

COPiar

**Cuadro 2**

Temperatura Media Global de la Tierra y el contenido de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en la atmósfera.

AÑO	TEMP. (°C)*	$\text{CO}_2$ (ppm)**
1000	13,8	280
1100	13,8	283
1200	13,7	284
1300	13,7	283
1400	13,8	280
1500	13,7	282
1600	13,7	276
1700	13,7	278
1800	13,7	283
1900	13,7	297
2000	14,3	370

Fuentes:

(\*) Para los años 1000–1880, las estimaciones fueron tomadas de Jones, P. D. y M.E. Mann, "Climate over past millennia", *Reviews of Geophysics*, 42, artículo RG2002, s/l, s/f, (2004).

(\*\*) El registro histórico de  $\text{CO}_2$  proviene de Dome, Law, DE08, DE08-2, y DSS "ice cores".

[cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/lawdome.html](http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/lawdome.html)  
[es.wikipedia.org/wiki/Imagen:CO2-Temp.png](https://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:CO2-Temp.png)

# Humedales a todo color



■ **Edad recomendada:**  
De 12 a 18 años.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias Naturales.

■ **Duración:**  
Preparación:  
Parte I: 40 minutos.  
Parte II: 50 minutos.

Dinámica:  
Parte I: 50 minutos.  
Parte II: Viaje de campo:  
1 a 2 horas.

■ **Lugar:**  
Salón de clases y humedal.

■ **Habilidades:**  
Recopilación de información,  
organización, análisis,  
interpretación.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“Visualizando el agua  
subterránea”, ayuda a la  
comprensión de las partes  
de un sistema de agua  
subterránea y da apoyo a los  
conceptos de esta dinámica.

■ **Vocabulario:**  
Aerobio, anaerobio,  
humedales, intemperizado,  
orgánico, turba.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Sabías que el color es un elemento clave para clasificar a los suelos?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes aprenderán sobre las propiedades de los suelos de los humedales y clasificarán los tipos de suelos haciendo una clave simple de colores.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Clasificarán los suelos por colores para saber si el área pertenece a un humedal.
- Describirán las condiciones que dan origen a los colores de los suelos de los humedales.

## Materiales

- De doce a veinte lápices de diversos tamaños, colores y formas, y un bolígrafo.
- Tres muestras de suelo, de preferencia de colores diversos.
- Varias cajas de 64 crayones
- Tijeras.
- Pegamento.
- Pizarra para carteles y pliegos de papel grueso.
- Copias del *Cuadro de información de muestras de suelo* y del *Cuadro de colores de suelos de humedal*.
- Azadón, pala o taladro.
- Vara para medir, de un metro de largo.
- Libretas para anotaciones y lápices.
- Zona de humedal cercana a la escuela. Los lugares probables incluyen los bordes de estanques y ríos; topografía de bajarrelieve que con frecuencia está húmedo y lodoso; canales de desagüe que frecuentemente están llenos de agua, o sitios con vegetación evidente de humedal. Procure escoger un lugar donde no se haya producido ningún desarrollo o a donde no se haya llevado suelo de otra zona. La selección del sitio estará determinada

por la accesibilidad, espacio suficiente para que los estudiantes trabajen, el permiso del propietario, etcétera.

## Conecciones

Todos los días las personas emplean sus habilidades de clasificación para acomodar su ropa en el armario, identificar una especie de ave o enlistar, por orden de importancia, las cosas que hay que hacer durante el día. De igual forma, se pueden clasificar los diversos tipos de suelo. Todos vemos tierra suelta en un campo arado, capas de tierra en la ribera de un río o suelo rico en sustancias en un huerto. Aun así, probablemente podríamos pensar que el suelo tiene poca variación en tipo o calidad. Al analizar muestras de suelo y emplear una clave de color, los estudiantes aprenden que un amplio espectro de características ayuda a clasificar a los suelos como productivos o estériles, secos o húmedos, minerales u orgánicos, etc. Esta información desempeña una función importante para determinar si el suelo de un área es propio de un humedal.

## Antecedentes

La Convención de Ramsar sobre los Humedales (1971), es un tratado intergubernamental, cuyo objetivo es la conservación y el uso racional de los humedales, define a este tipo de ecosistemas como “Extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

Existen humedales en todos los países, desde la tundra hasta el

trópico. Desafortunadamente muchos de ellos han desaparecido o están en proceso de hacerlo, por factores como el aumento de la mancha urbana, la contaminación, el cambio de uso de suelo, etc.

Los humedales son considerados ecosistemas de gran importancia. Figuran entre los más productivos de la tierra y son fuentes de diversidad biológica, pues aportan el agua y la productividad primaria de la que muchas especies vegetales y animales dependen para su supervivencia. Tienen elevadas concentraciones de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces e invertebrados. Capturan, almacenan y retardan el movimiento del agua que los atraviesa reduciendo así la probabilidad de que ocurran inundaciones agua abajo. Al mismo tiempo, las plantas que ahí se encuentran contribuyen a separar los sedimentos y absorben los nutrientes y algunas sustancias químicas que se encuentran en el agua, mejorando así su calidad. Los humedales son asimismo importantes lugares de almacenamiento de material genético vegetal. El arroz, por ejemplo, una planta común de los humedales, es el alimento básico de más de la mitad de la humanidad.

Debido a lo anterior, la conservación y restauración de los humedales resulta de gran importancia. Es por ello que a menudo, el tema de los humedales recibe atención de los medios de comunicación y consideración en las sesiones legislativas o de las cortes. Un tema que frecuentemente se aborda es el del método que se emplea para determinar si el suelo de un área justifica el nombre de "humedal", o no. La clasificación del suelo proporciona valiosa información al designar humedales, y el color es una clave de primera importancia en la clasificación de los suelos.

Los suelos de los humedales están

saturados, inundados o cubiertos por una capa poco profunda de agua. Permanecen húmedos mucho tiempo. Permanecen húmedos mucho tiempo, por lo que las capas superiores están privadas de oxígeno (son anaerobias). Con el paso del tiempo, esta carencia de oxígeno produce reacciones químicas que cambian su color, así como otras de sus características, tales como textura, contenido orgánico, etcétera.



Incluso cuando no hay agua, el color del suelo puede emplearse para identificar si un área es un humedal. Al interpretar los datos de estos suelos, los científicos pueden determinar bastante información sobre la duración y frecuencia de las condiciones de humedad.

Los suelos de los humedales se clasifican en dos tipos principales: orgánico y mineral. El orgánico húmedo tiene el aspecto de mantillo negro, o de turba de color pardo oscuro o negro. Las plantas y animales en descomposición contribuyen al color del suelo orgánico. En los ecosistemas anaerobios, inundados, la materia orgánica tiende a acumularse y no a descomponerse (como lo harían

en entornos aereados).

Los suelos que carecen de materia orgánica se clasifican como minerales, y están compuestos comúnmente de arena, cieno y arcilla. Los suelos minerales de humedal pueden ser de color claro o veteados. Los suelos claros tienen un rango que va del gris neutro al verdoso o gris azuloso, dependiendo del grado de saturación. Los suelos veteados o moteados son grises, con manchas de color café, naranja, rojo o amarillo, como resultado de haber estado húmedos y secos en forma alterna. Cuando el oxígeno se mezcla con el hierro, el agua y otros componentes del suelo, el mencionado metal se oxida y da origen a estas manchas de color. Los suelos que contienen manganeso pueden desarrollar un moteado negro cuando están inundados.

Los científicos que se dedican al estudio de los humedales emplean un complicado conjunto de gráficas de colores, que aparecen en las "Tablas de colores de suelos de Munsell" y con el que se identifican estos suelos. Las gráficas clasifican los suelos en distintos tipos con base en su color, claridad u oscuridad, y con el grado de mezcla de los colores.

Además del color, la textura y el grado de humedad del suelo, junto con otras cualidades como el olor y la presencia o ausencia de materia viva, proporcionan indicios para esta clasificación. El olor a huevo descompuesto indica la presencia de sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), que es producto de las bacterias anaerobias. Varias capas de suelo, en una misma perforación, pueden mostrar diferencias notables en color, textura y olor, provocadas por la presencia de agua, el suelo madre, condiciones aerobias o anaerobias, y así sucesivamente.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Muestre a los estudiantes un



Espadaña (*Typha latifolia*), planta común de los humedales.

Foto: Rita Vázquez del Mercado.

lápiz y una pluma, y pídales que elaboren una lista de las cualidades que los distinguen. Explíquenles que emplearán esas cualidades precisamente para clasificar uno de esos artículos como una pluma y al otro como un lápiz. Muéstrenles un conjunto de lápices. Rételos a que los clasifiquen en tres grupos. Pídale que describan el sistema (por ejemplo, tamaño, grado de afilamiento, número de marcas de dientes) que emplean para clasificarlos.

Diga a los estudiantes que los humedales se clasifican para distinguirlos de otras áreas de suelos. Pídale que hagan una lista de las características propias de los humedales.

### ▼ Dinámica

#### Parte I

1. Dé a los estudiantes la siguiente descripción de un suelo, y pregúntele si lo clasificarían como un humedal.

Contiene varias plantas de hojas largas, parecidas a los pastos. Está seco la mayor parte del año; no obstante, casi todas las primaveras el área se inunda.

Pida a los estudiantes que voten sobre si este es o no un suelo de humedal. Pudiera haber diversas

opiniones, caso en el que la conclusión sería que requieren más información.

**2. Explique a los estudiantes que a menudo los suelos se emplean para determinar si un área es de humedal o no. Enséñele tres muestras de suelo. Pregúntele cómo clasificarían o distinguirían a una de las otras.**

**3. Explique que el color proporciona indicios importantes, que los científicos emplean al clasificar los suelos.** Proporcione a los estudiantes los antecedentes sobre la forma en que el contenido de sustancias orgánicas del humedad y su composición mineral influyen en el color de su suelo.

**4. Distribuya las copias del Cuadro de colores de suelos de humedal y repase las instrucciones que aparecen en la parte superior de la página. Explique que esta es una versión simplificada de una gráfica empleada en realidad por los administradores de los humedales. También distribuya y discuta con los estudiantes sobre el Cuadro de información de muestras de suelo. Pídale que completen, de manera individual o en pequeños equipos, el Cuadro de colores de suelos de humedal.**

#### Parte II

1. Organice un viaje a un humedal cercano, a fin de hacer pruebas del Cuadro de colores de suelos de humedal contra muestras reales de suelo. Ya en el sitio, hagan una excavación de aproximadamente 60 cm de profundidad. Rellénela otra vez antes de retirarse.

2. Saque muestras de suelo, de tamaño aproximado al de las pelotas de ping-pong, a diversas profundidades; revíselas y compárelas contra el Cuadro de colores de suelos de humedal. Diga a los estudiantes que abran las muestras para que comprueben el color real.

**3. Pídale que completen su Cuadro de información de muestras de suelo.** Si es posible, haga otra excavación en uno o en varios puntos (otros humedales, áreas secas en terrenos más altos) para hacer comparaciones sobre las variaciones del suelo.

#### ▼ Cierre

Pida a los estudiantes que comparan y combinen sus conclusiones, para hacer la señalización de un diagrama sobre las capas del suelo de la excavación. Pídale que determinen si las muestras son orgánicas o minerales, y que describan las condiciones que podrían contribuir al color del suelo. ¿Confirman los resultados que esta área es de humedal?

Discutan sobre las características del suelo. Se pueden incluir las siguientes preguntas:

- ¿Qué características físicas del suelo pueden observar (color, textura, ingredientes principales, presencia de gusanos de tierra y otros organismos, olor a huevo descompuesto)?
- ¿Cuál es la diferencia entre el suelo de la parte inferior y el de la parte superior?
- ¿Qué podría contribuir a su variación?
- ¿Puede identificarse evidencia del entorno que indique de



Flamencos (*Phoenicopterus ruber ruber*), Ría Celestún, Yucatán, México. Foto: Rita Vázquez del Mercado.

dónde proviene el material del suelo (material descompuesto, rocas intemperizadas, sedimentos de río)?

Consideren otros humedales de la localidad, y su estado actual. Los estudiantes podrían ampliar su investigación sobre estos lugares, participando en viajes a los mismos (para observar aves, hacer paseos en canoa, etc.), encabezados por organizaciones comunitarias.

28

Si los humedales se ubican cerca de la escuela, los estudiantes pueden hacer caminatas de interpretación, que incluyan las explicaciones sobre la clasificación del suelo para otros compañeros.

### Evaluación

Haga que los estudiantes:

- Clasifiquen el tipo de suelo con base en su color (*Parte II, Paso 2*).
- Describan las condiciones que contribuyen a las características de color del suelo de los humedales (*Cierre*).
- Confirmen que un área es un humedal, de acuerdo con el color de su suelo (*Cierre*).

Al completar la actividad, para una evaluación complementaria, haga que los estudiantes:

- Identifiquen los motivos por los cuales es importante, para el suelo y para los administradores del agua, usar la clasificación del suelo cuando se designan humedales.

### Extensiones

Pida a los estudiantes que escriban un cuento corto el cual recree los eventos que llevaron a la formación de un humedal, en particular.

Los estudiantes pueden hacer uso de la tecnología de la computación, para aumentar su conocimiento sobre características geográficas, mapas y humedales, a través de los sistemas de información geográfica (SIG).

### Otros recursos

La Convención sobre los Humedales. *Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional* (edición 2006). [www.ramsar.org/key\\_guide\\_list2006\\_s.htm#E](http://www.ramsar.org/key_guide_list2006_s.htm#E)

Lindig-Cisneros, Roberto y Joy B. Zedler. *La restauración de humedales*. Instituto Nacional de Ecología. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/467/lindig.html>

Munsell Color Corporation, 1975, *Munsell Soil Color Charts*, USA.

Ovalles Viani, Francisco A, *El Color del Suelo: definiciones e interpretación*, Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela, No 3. septiembre-diciembre 2003, [www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm)

Tabla con nombres de colores en tres idiomas. [www.crayola.com/content/colorcensus/history/colors.cfm](http://www.crayola.com/content/colorcensus/history/colors.cfm)

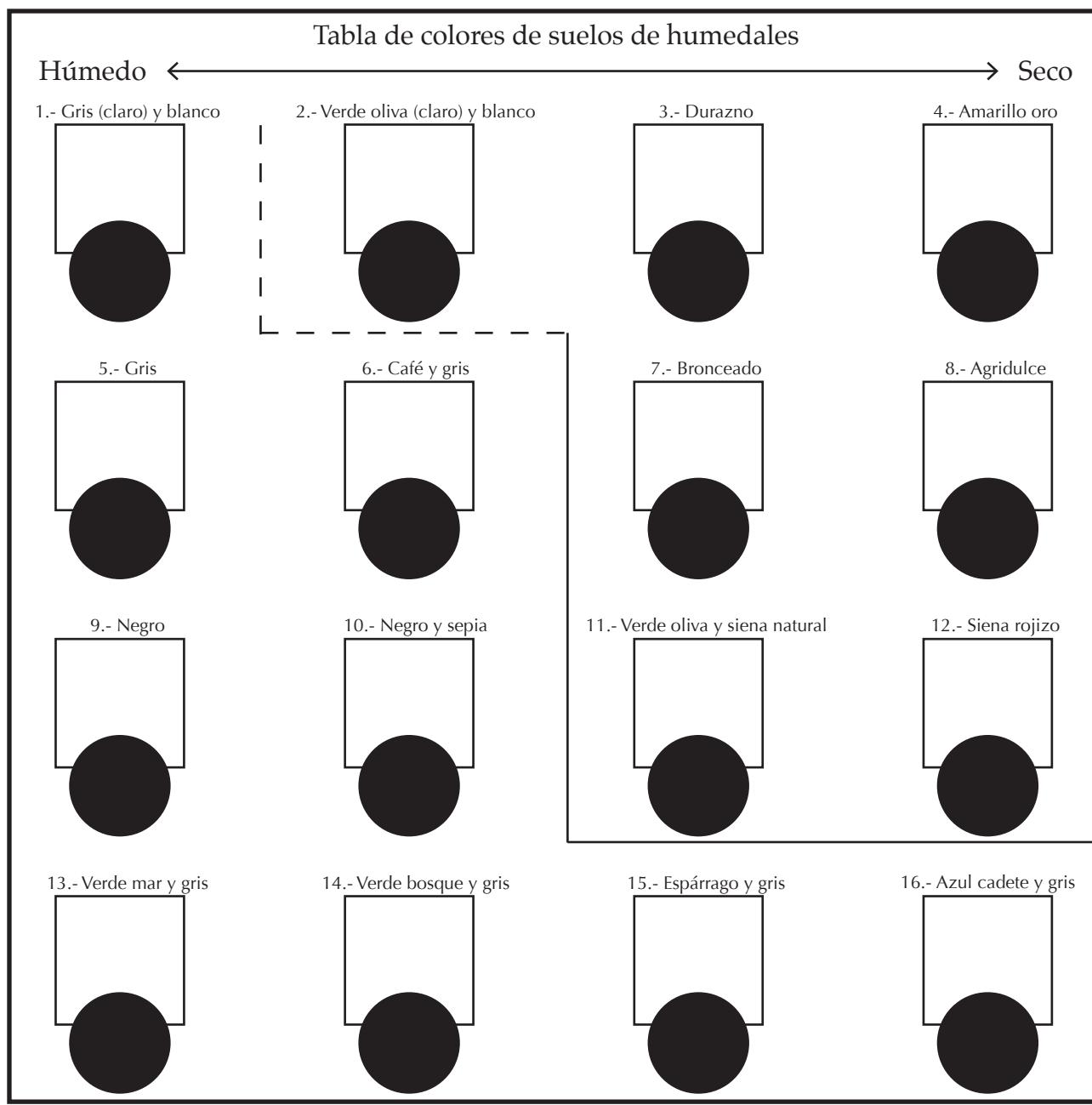
Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), *Humedales de Mesoamérica. Sitios Ramsar de Centroamérica y México, San José*, Impresión Comercial La Nación, S.A., 1999.

# Cuadro de colores de suelos de humedal

Use crayones para colorear los cuadros en la parte de abajo. ¡El uso de los colores correctos es muy importante! (el nombre de los colores corresponde al nombre del color de las crayolas). Presione firmemente cuando coloree, a menos de que el nombre diga "claro". Corte el cuadro completo y péguelo en una tabla o en un papel cascarón. Cuidadosamente corte los círculos negros por las orillas. Use este cuadro de colores cuando estudie el suelo "en campo". Los profesionales en humedales usan un cuadro similar, pero mucho más complicado, que los ayuda a identificar correctamente los suelos de los humedales.

Coloque el cuadro por el frente de una muestra de suelo, para que ésta sea visible por uno de los hoyos. Mueva el cuadro hasta que encuentre un color que sea lo más parecido al color principal de la muestra.

Los números 1, 5, 6, 9, 10 13, 14, 15, 16 y, algunas veces el 2, son probablemente suelos de humedales; los otros probablemente no lo sean. Los números 14 a 16 son suelos ligeramente de humedales y más bien parecen hechos de arcilla. También puede usar los números 4, 8 y 12 para comparar manchas o "puntos de moho" que puedan ser encontrados en los suelos de humedales.



# Cuadro de información de muestras de suelo

Nombre(s) del estudiante: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Descripción del lugar: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Descripción de plantas presentes: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Possible evidencia de animales (guardadas, insectos, utensilios humanos o basura): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Posibles fuentes de agua: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO.	MUESTRA DEL SUELO CLASIFICACIÓN DE COLOR.	HUMEDAD DE LA MUESTRA. (¿Se adhiere a una pelota? ¿Se puede exprimir?)	TEXTURA. (¿Es como arena de cuarzo, arenilla o barro?)

30



# Imitemos al paisaje



## ■ Edad recomendada:

De 9 a 12 años.

## ■ Disciplinas:

Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Matemáticas, Idioma (Español), Lingüística.

## ■ Duración:

De una a dos semanas.

## ■ Lugar:

Salón de clases o sector exterior.

## ■ Habilidades:

Recopilación, organización, análisis y síntesis de la información, creatividad, observación, expresión oral y escrita.

## ■ Propuestas relacionadas:

“Cuando cuentas cuencas”, donde se describen los principales componentes de una cuenca y se demuestra el movimiento del agua a través de ella. “Coloréame una cuenca”, en la que se observa la forma en que el desarrollo puede afectar una cuenca hidrológica. “Recuento de daños”, en donde se investiga la forma en que las personas son afectadas por las inundaciones y otros fenómenos climáticos.

## ■ Vocabulario:

Paisaje, territorio, atmósfera, hidrósfera, geósfera, laderas, valle fluvial, modelo, riesgo.

Propuesta adaptada de:  
Programa regional  
Agua y Educación

*¿Podrías reproducir tu paisaje favorito?*

## ▼ Resumen

Mediante la observación de la lámina anexa los estudiantes reconocerán y describirán los principales elementos del medio físico, biológico y cultural que conforman el paisaje. El proyecto promueve la construcción y experimentación de diversos tipos de modelos de una ladera o un valle fluvial, imitando un paisaje seleccionado, y luego simular las consecuencias debidas a una lluvia intensa sobre cada modelo. Ello permitirá visualizar e interpretar el impacto del agua sobre la geóesfera y sus implicancias para la sociedad. Se observarán en particular los procesos de erosión del suelo, laderas y cursos de agua, así como los fenómenos de las crecidas y las inundaciones consecuentes, comprendiendo la importancia de adquirir una cultura de la prevención en tanto forma de mitigación de los riesgos naturales. Complementariamente se buscará promover una posición crítica y reflexiva acerca de las consecuencias sociales que implica la ocurrencia de los desastres naturales.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Reconocerán el concepto de paisaje y sus elementos.
- Observarán y describirán cómo se mueve el agua a través de la superficie terrestre.
- Construirán y experimentarán distintos tipos de modelos de una ladera o valle de un río
- Identificarán recursos y riesgos naturales.
- Utilizarán los conocimientos lingüísticos para la producción de textos escritos y orales.
- Reflexionarán acerca del impacto de los fenómenos naturales sobre la sociedad.

## Materiales

- Lámina 2 (ver Anexos al final de la guía).
- Cajón de madera, piedras, tierra, nylon, regadera,
- Cajas y cajones, papel de diario, balde, engrudo, pintura, pincel, marcadores indelebles, regadera.
- Otros materiales que los grupos propongan para la producción del modelo (reglas, tijeras, otros).

## Conecciones

El paisaje está compuesto de diversos elementos que se relacionan entre sí. Los estudiantes tendrán la oportunidad de observar algunas de estas relaciones, identificando al agua como un elemento transversal al paisaje, e imitándolo. También discutirán los efectos que el hombre ha tenido a través del tiempo en los diferentes paisajes, a fin de que se identifiquen medidas para disminuir el impacto negativo sobre el ambiente y la sociedad.

## Antecedentes

La Convención del Paisaje del Consejo de Europa define a un paisaje como “..una porción de territorio tal como la percibe su población y cuyo aspecto es el resultado de la interacción de factores naturales y de factores humanos”, por tanto, incluye tres elementos fundamentales: la dimensión física (el paisaje es el territorio), una dimensión subjetiva y cultural (es una porción de territorio, pero sin olvidar los valores subjetivos que la población le atribuye) y, finalmente, la dimensión temporal / causal (el aspecto del paisaje como resultado de la interacción entre el hombre y la naturaleza). El Centro del Patrimonio Mundial de UNESCO, por su parte, indica que puede existir un paisaje cultural compuesto por las obras que”...



San Carlos, Sonora, México. Foto: Rita Vázquez del Mercado.

combinan el trabajo del hombre y la naturaleza”, lo cual incluye una diversidad de manifestaciones resultantes de la interacción entre el hombre y su ambiente natural.

En consecuencia, el paisaje está compuesto por una dimensión abiótica, puramente físico-química que depende de relaciones causa-efecto; una dimensión biótica, sujeta a las leyes peculiares de la vida como son el crecimiento, la adaptación o la herencia; y una dimensión socio-temporal, que depende de las relaciones causales generadas por individuos o grupos sociales, y por lo tanto orientada por decisiones de orden socio-económico-cultural las cuales impactan sobre el ambiente. En todas ellas el agua juega un rol preponderante, por lo cual, es conveniente que los estudiantes comprendan desde edades tempranas su importancia.

La experiencia que propone el proyecto implica la construcción de diversos tipos de modelos físicos de una ladera o un valle fluvial de manera de poder experimentar acerca de la importancia de las dimensiones físico-químicas y socio-económico-culturales. Para el primer caso se busca analizar las consecuencias de los procesos de

degradación y de modelado de un paisaje resultante de la acción del agua como agente exógeno, en tanto elemento perteneciente a la atmósfera y a la hidrosfera. En el segundo caso se busca analizar cómo la combinación de la acción del agua y los estilos de desarrollo, traducidos en la forma de uso del territorio, pueden ocasionar daños a las personas, sus infraestructuras y sus sistemas productivos, y comprender el complejo concepto de riesgo.

### Procedimiento

#### ▼ Introducción

Pida a sus estudiantes que identifiquen y registren los distintos elementos del paisaje en su relación con la ubicación de las dos escuelas ilustradas en la lámina 2, (ver Anexos al final de la guía). Será importante analizar si durante la tarea excluyen la presencia del hombre, de los elementos construidos, de los animales y de la vegetación. Puede ser una oportunidad para que el estudiante diferencie el ambiente construido (fruto de la actividad humana) y el ambiente natural, incluyendo los seres vivos que lo habitan. Ello podrá lograrse mediante la elaboración de nuevos registros de los elementos naturales y culturales que conforman el paisaje de la lámina observada.

Mientras observan la lámina indague sobre los conocimientos que tienen acerca de las características del ambiente en el que viven. Por ejemplo a través de las siguientes preguntas: ¿Dónde viven?, ¿Cómo es el lugar donde viven?, ¿Qué características tiene?, ¿A qué tipo de paisaje corresponde?, ¿Qué elementos naturales contiene?, ¿Qué elementos construidos contiene?, ¿Qué tipo de riesgos perciben?, ¿Han vivido o escuchado sobre la ocurrencia en el lugar de inundaciones, sequías u otros desastres naturales?, ¿Han escuchado acerca de la ocurrencia de accidentes importantes? De acuerdo a las características reseñadas podrá promover una descripción de la geósfera y de la hidrosfera en su región. A partir de los resultados de la indagación anterior podrá proponerles el armado de un banco de imágenes del paisaje y de los riesgos asociados utilizando fotografías, dibujos, recortes de diarios y revistas. Una vez completada esta etapa, de manera grupal, podrán clasificarse las imágenes y organizar un índice mediante el uso de palabras clave, como: montañas, laderas, llanuras, ríos, bosques, campos de cultivo, lagos, humedales, costas, inundaciones, derrumbes, terremotos, avalanchas, rotura de puentes, otros.

Si bien no se dan instrucciones específicas, la experiencia podrá llevarse a cabo sobre un modelo que represente las laderas de una montaña y un río, el cual podrá ser construido con un cajón lleno de piedras, recubierto de tierra compactada, permitiendo de esta manera modificar la inclinación del modelo, o mediante la selección de un área en la escuela o sus alrededores. También podrá construirse un modelo reproduciendo las laderas y el río mediante el empleo de cajas, papel y engrudo, agregando sobre la superficie resultante puentes, o pintando ciudades y áreas de

cultivo. (Ver Opciones).

### ▼ Dinámica

#### 1.- Acuerdos iniciales

- Junto con los estudiantes defina el tipo de paisaje en el cual se construirá el río.
- Establezcan los grupos de trabajo.
- Determinen el tiempo de duración del proyecto.
- Identifiquen medios que permitan ampliar la información.
- Definan el lugar de ejecución (cajón, sector de la escuela, ladera de un cerro, etc.).
- Identifiquen los materiales necesarios para el desarrollo de la experiencia.
- Identifiquen personas a ser consultadas para que aporten ideas y sugerencias en la realización de la experiencia.
- Por último defina pautas de trabajo y asigne roles.

#### 2.- Investigación previa

- Busquen y recopilen información en enciclopedias, revistas, videos, fotos, que permitan ampliar el conocimiento sobre el paisaje a representar, y los riesgos asociados.
- Consulten a otros docentes especializados o expertos que orienten acerca del diseño y la construcción del modelo o la selección del área conveniente de experimentación.

#### 3.- Diseño y producción del modelo

- Elaboren el boceto del modelo o área de experimentación que incluya lista de materiales necesarios.
- Realicen una descripción escrita de los elementos del paisaje y del tipo de río a representar en la experiencia (río de montaña, de llanura).
- Identifiquen los elementos del ambiente construido que podrán agregarse al modelo para simular el comportamiento del río en relación con ellos (puentes, ciudades, presas, áreas de cultivos, etc.)

#### 4.- Supuestos

- Registren y discutan las relaciones causa efecto esperadas.

#### 5.- Producción

- Actividades destinadas a la construcción del modelo o preparación del lugar de la experiencia en terreno natural.

#### 6.- Análisis de resultado

- Evalúen los logros y/o dificultades obtenidas durante el desarrollo de la experiencia. Efectúen modificaciones y ajustes a fin de optimizar los resultados.

#### 7.- Presentación final

- Demuestren los resultados entre los distintos grupos.

### ▼ Cierre

Durante la presentación final extraigan conclusiones de cada experiencia, buscando explicar las relaciones entre los elementos constitutivos de un paisaje y las consecuencias para la sociedad debido a los riesgos naturales, rescatando el rol de la prevención en tanto una estrategia de gestión compatible con el ambiente.

#### Guía de preguntas a formular durante el proyecto:

Para la indagación de saberes se proponen las siguientes preguntas: ¿Cómo es el lugar

dónde está la escuela? ¿Cómo es el lugar dónde ustedes viven? ¿En qué se parecen estos lugares a los que se ven en la lámina? ¿En qué se diferencian?. De acuerdo a las características del ambiente donde está la escuela se podría preguntar: ¿Cómo es el río más cercano? ¿Es un río de montaña o de llanura? ¿Qué diferencias hay entre ellos?

Con objeto de descubrir el modelado de las geoformas por parte del agua se podrá preguntar: ¿Cómo se forma un río? ¿De dónde viene el agua que forma un río?

Durante el desarrollo de la experiencia: ¿Por qué se mueve el agua? ¿Siempre lo hace de la misma forma? ¿Qué sucede en los sectores donde escurre el agua? ¿Y en los sectores aledaños? ¿Qué pasa con el suelo y la vegetación? ¿De qué color es el agua en el río? ¿Por qué? ¿Por qué el agua arrastra sedimentos? ¿Dónde se depositan? ¿Por qué? ¿Qué pasará con la cantidad de agua que lleva el río cuando llueve mucho? ¿Qué pasa cuando llueve poco? ¿Qué sucede con el agua cuando existe vegetación? ¿Qué pasa cuando sacamos la vegetación? otras.

### Evaluación

Esta se llevará a cabo mediante la observación del desempeño



Lago Lácar, Argentina. Foto: Rita Vázquez del Mercado.



Valle del arroyo Ñireco, afectado por incendios en las cercanías de Bariloche, Argentina. Foto: Marcelo Gaviño.

grupal y del compromiso que cada estudiante asume en la planificación y el desarrollo de la experiencia. El docente llevará un registro propio sobre los conocimientos que van adquiriendo los estudiantes, evaluando las conclusiones a las cuales arriban durante la etapa experimental, así como conclusiones que elaboren con relación a los supuestos. Finalmente, se evaluará la comprensión general que adquieren con relación a cada uno de los objetivos del proyecto.

## Opciones

### Construcción del modelo con tierra

El modelo del paisaje puede construirse sobre un cajón de madera en cuyo fondo y costados se pone un nylon a fin de impedir la pérdida de material. Luego se recogen piedras de distintos tamaños y se las acomoda en el cajón junto con tierra como si fueran dos laderas dejando una

hendidura en el medio a fin de que represente el valle del río. Seguidamente se cubren las laderas con tierra húmeda, procurando reproducir el paisaje total de un valle, dejando sectores con diferentes pendientes y alturas, pequeños valles, y hondonadas. Posteriormente se presiona fuertemente la tierra para que se compacte, dejando secar a la sombra para que el suelo no se resquebraje. Con una regadera o una botella de plástico, cuyo base ha

sido agujereada a manera de un cernidor, se simulará la lluvia (verificar el tamaño de los agujeros) haciendo caer el agua sobre el modelo. En la desembocadura del río, en coincidencia con uno de los bordes del borde del cajón se hacen pequeños agujeros al nylon de manera que el agua pueda verter hacia el exterior.

Durante la experiencia se podrá apreciar la erosión del suelo a causa del escurrimiento del agua originado por la lluvia simulada, el movimiento de las partículas en las laderas según la inclinación del cajón, el transporte del material erosionado por el agua del río, y el depósito del suelo en la parte inferior del cajón. Si la lluvia es intensa se podrá observar la erosión de las laderas de manera que las piedras queden a la vista. Se podrán señalar en el modelo los sectores con tierras en producción agrícola, los poblados, los lugares de pastoreo,

los caminos y puentes. De esta manera, los estudiantes podrán imitar el paisaje y simular los procesos que tienen lugar en él, pudiendo establecer las relaciones entre sus elementos. Se notará la importancia de la pendiente, el agua, y de las actividades que se ejecutan en las diferentes partes de valle modelado.

### Construcción del modelo con papel y engrudo

Una forma alternativa de construir el modelo es mediante el uso de agua, papel y engrudo. Para ello en un balde de unos 12 a 15 litros se pica finamente y remoja abundante papel de diario, mezclándola hasta que se disuelva completamente. En otro balde se mezcla el engrudo con agua (1 lt. de adhesivo por cada 10 lts. de agua), hasta quedar suficientemente acuoso para combinarlo con el papel húmedo exprimido. Luego las dos mezclas se combinan y se amasan muy bien hasta obtener una consistencia pegajosa y manejable, parecida a la de la arcilla. Si la mezcla queda muy aguada deberá agregarse más papel remojado anteriormente. Se debe preparar solamente la cantidad necesaria para el trabajo inmediato porque el adhesivo se seca y es inmanejable.

En el cajón se pone un nylon cubriendo el fondo y los laterales, y mediante el uso de cartón y papel de diario se prepara la base del modelo, definiendo las laderas y el fondo del valle. Luego se aplica el material preparado sobre la base, modelando el paisaje del valle, dejando secar por unos 2 ó 3 días. La superficie debe quedar dura, como cartón. Una vez seco se puede pintar la superficie con pintura vinílica al agua de color blanco a fin de emparejar los diferentes tonos de la mezcla de relleno. Una vez hecho esto se pueden agregar puentes hechos con madera, reproducir los poblados y simplemente delinear los límites de los sectores de caminos o cultivos con marcador

indeleble, y reproducir la misma experiencia con la regadera.

Cabe resaltar que los modelos conceptuales que aquí se proponen son simplificaciones de la realidad que no reemplazan al objeto real o prototipo, pero permiten reproducir y comprender su funcionamiento en menor tamaño, entendiendo la realidad de un proceso cuyas dimensiones dificultan la observación directa.

### Otros recursos

Benassi, Alfredo H. *Una Teoría del Paisaje*.

[www.gba.gov.ar/claromeco/pdf/una\\_teoria\\_del\\_paisaje.pdf](http://www.gba.gov.ar/claromeco/pdf/una_teoria_del_paisaje.pdf)

Del Valle Melendo, Javier. *El paisaje como recurso natural. Breve aplicación al territorio aragonés*. Fundación Boreas, 2000.  
[www.aragonesasi.com/boreas/articulos/paisaje.htm](http://www.aragonesasi.com/boreas/articulos/paisaje.htm)

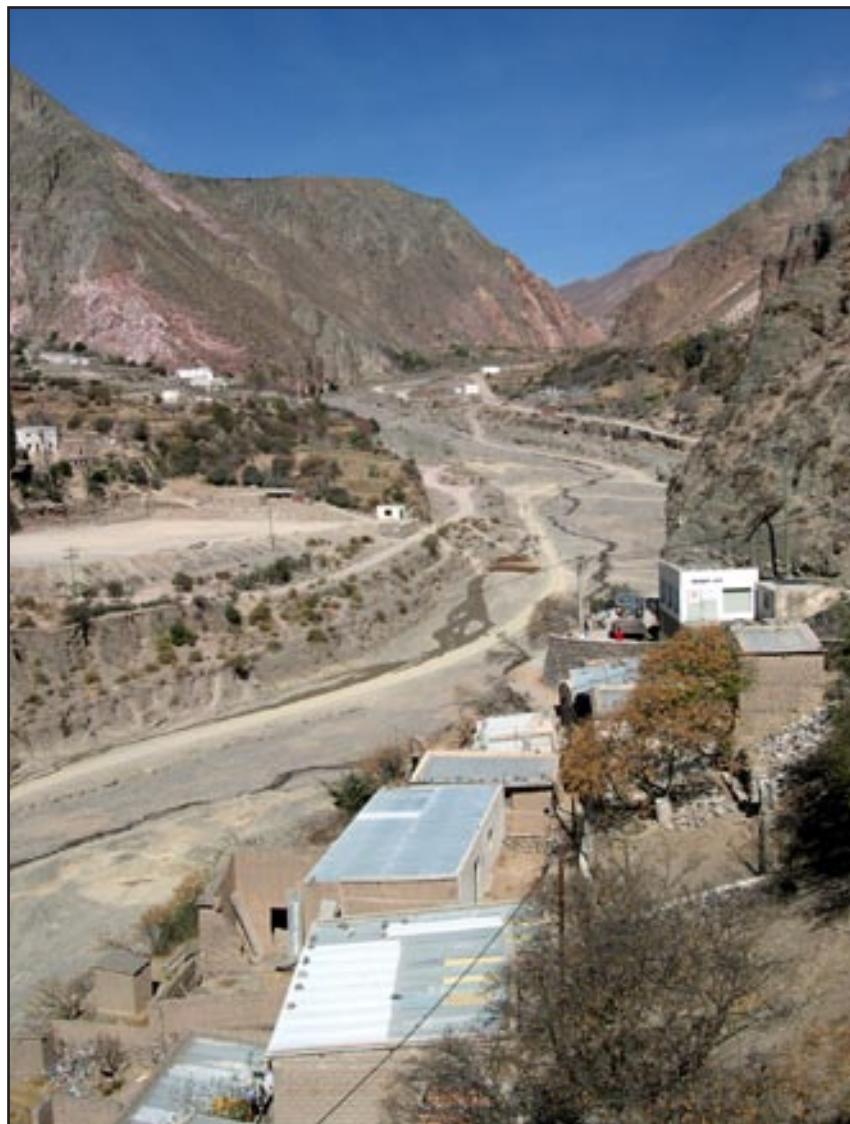
Wikipedia, la enciclopedia libre. Paisaje.  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Paisaje>.

FAO (1994) Ecología y enseñanza rural, *Manual para profesores rurales del área andina*, Estudio FAO Montes 121

Gaviño Novillo (1996) *La proyección de planes de manejo de cuencas*, Cudernos del IILA No 6, Roma.

Junta de Andalucía, *Modelando el paisaje*, Cuaderno 1, Temática Biodiversidad  
[www.juntadeandalucia.es/medioambiente/educacion\\_ambiental/EducamII/publicaciones/corredor\\_verde\\_1.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/educacion_ambiental/EducamII/publicaciones/corredor_verde_1.pdf)

Propuestas para el Aula, Ciencias Naturales EGB 1. Ministerio de Educación de la Nación. Año 2001. Argentina.  
[www.educ.ar/educar/docentes/homes/indice.jsp](http://www.educ.ar/educar/docentes/homes/indice.jsp)



Asentamientos en zona de riesgo en Iruya, provincia del Salta, Argentina. Foto: Marcelo Gaviño.

Troll, Carl, *Ecología del paisaje*, Instituto Nacional de ecología, México.  
<http://ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/399/troll.html>

Rössler, Mechtild, *Los paisajes culturales y la convención del patrimonio mundial cultural y natural: resultados de reuniones temáticas previas*, Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO, París.  
[www.condesan.org/unesco/Cap%202006%20metchild%20rossler.pdf](http://www.condesan.org/unesco/Cap%202006%20metchild%20rossler.pdf)

Rubiano, J.; Vidal, M.; Ovidio Fiscué, M (1997) *Cómo construir modelos tri-dimensionales de cuencas hidrográficas*. Un manual para entidades que trabajan con comunidades, Consorcio Interinstitucional para una Agricultura Sostenible en Laderas (CIPASLA), Pescador, Cauca, Colombia.  
[www.iapad.org/publications/ppgis/maqueta\\_JRubiano.pdf](http://www.iapad.org/publications/ppgis/maqueta_JRubiano.pdf)

# Juegos Hídricos Panamericanos



■ **Edad recomendada:**  
De 9 a 15 años.

■ **Disciplinas:**  
Física, Química, Matemáticas.

■ **Duración:**  
Preparación:  
40 minutos.

Dinámica:  
50 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases.

■ **Habilidades:**  
Análisis, deducción y  
experimentación.

■ **Propuestas relacionadas:**  
La infiltración del agua a  
los acuíferos y el concepto  
de permeabilidad, entre  
otras cosas, se abordan  
en "Visualizando el agua  
subterránea".

■ **Vocabulario:**  
Adhesión, cohesión, acción  
capilar, tensión superficial.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Puedes hacer que el agua desafíe  
la gravedad?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes compiten en unos "Juegos Hídricos Panamericanos" para comprender los conceptos de adhesión, cohesión y tensión superficial.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Demostrarán las propiedades de adhesión y cohesión del agua.
- Relacionarán la cohesión y la adhesión con las actividades cotidianas.

## Materiales

- Vaso de precipitado o taza graduada con vertedera.
- Estambre (empapado en agua).
- Recipiente para agua.
- Agua coloreada.
- Copias de la Hoja de registros de los Juegos Hídricos Panamericanos.
- Agua.
- Papel y material de dibujo.

Para simplificar el inicio de la dinámica, los materiales para cada evento deben agruparse por separado. Para cada uno se requiere agua.

## Evento 1

- Moldes o vasos transparentes para gelatina (individuales).
- Sesenta monedas de aproximadamente 2 cm de diámetro o similares.

## Evento 2

- Gotero.
- Una moneda de alrededor de 2 cm de diámetro o similar.

## Evento 3

- Patrón de barco de cartón (ver dibujo).
- Tijeras.
- Jabón o detergente líquido.
- Charolas grandes de aluminio o plástico.
- Cronómetro.

## Evento 4

- 1 caja de clips.
- Tenedores.
- Lente de aumento (lupa).
- Vasos de plástico transparente.

## Evento 5

- Servilletas de papel de diferentes texturas o marcas.
- Vasos altos.
- Cinta adhesiva.
- Regla.
- Tijeras.

## Conexiones

Los estudiantes observan diariamente las propiedades de adhesión y cohesión del agua (por ejemplo, al verter agua sobre la superficie de un vidrio); no obstante, es posible que no puedan apreciar la singularidad de estas cualidades. Al observar los estudiantes la forma en que algunos insectos, como los mosquitos y los patinadores o andarríos, se pueden sostener sobre la superficie del agua, se les brinda la oportunidad de explorar en forma complementaria la estructura y el comportamiento de la molécula del agua.

## Antecedentes

La naturaleza de la molécula del agua ocasiona que ésta sea atraída hacia otras moléculas iguales, así como hacia las moléculas de otras sustancias. Sin estas cualidades las plantas no podrían obtener agua y la sangre tendría problemas para desplazarse a través del cuerpo. La atracción que se presenta entre las moléculas del agua se llama cohesión. La atracción de la molécula del agua hacia otros materiales, como el vidrio o la tierra, se llama adhesión.

La atracción entre las moléculas del agua se hace evidente al observar su superficie. Si se llena un vaso hasta el borde y se agrega más agua con cuidado, el nivel de ésta excederá el borde superior del vaso. La fuerza de cohesión

presente entre las moléculas del agua ocasiona que la superficie del líquido se comporte como si estuviera cubierta por una membrana muy delgada, que siempre estuviera intentando contraerse. Este fenómeno se llama "tensión superficial". La tensión superficial es como la "piel" del agua, y es tan fuerte que incluso puede dar apoyo a algunos objetos como los *clips* y las agujas.

La tensión superficial del agua es importante para la supervivencia de muchos organismos acuáticos, incluso para la de muchos insectos. Los andarríos viven en la superficie del agua dulce. Si comparamos un trozo de madera que flota en el agua con los *clips* y los andarríos, éstos últimos en realidad no flotan. En vez de esto, son sostenidos por los enlaces presentes entre las moléculas del agua. Los objetos que sí flotan rompen la tensión superficial del agua y permanecen sobre su superficie porque su densidad total es menor que la del agua.

Ahora bien, si la densidad del acero del que están hechos algunos barcos es mayor que la del agua, entonces... ¿por qué flotan? Los barcos contienen una gran cantidad de aire, el cual tiene una densidad mucho menor que la del agua, y de tal forma la densidad total del objeto (acero + aire) resulta menor que la del agua.

El jabón también rompe la tensión superficial. Por ejemplo, cuando se corta un pedacito de cartón dándole la forma de un barquito y se pone sobre el agua, se quedará en ese sitio. Esto se debe a que el agua es atraída de manera igual hacia todos los lados del cartón. Cuando se coloca jabón en el extremo posterior del barquito, las moléculas de agua tiran de su extremo anterior, pero no del posterior. El jabón disminuye la atracción de las moléculas de agua sobre el extremo posterior del barquito. Esto provoca que este se desplace hacia adelante.

Una analogía sería la competencia de dos bandos tirando de los extremos de una cuerda, representada por el barquito; las personas que tiran a cada lado de la cuerda están representadas por las moléculas del agua. Si varias personas situadas en un extremo se dan por vencidas (lo que representa la adición del jabón), la cuerda (el barquito) será impulsada hacia el extremo opuesto.

Las mismas fuerzas que ocasionan que el agua sea atraída por sí misma provocan que se adhiera a otras sustancias. De no suceder esto, el agua se escurriría de todos los objetos, como lo hace del dorso de un pato.

El agua parece desafiar la fuerza de gravedad cuando se desplaza hacia arriba por una toalla de papel, a través de los espacios que hay entre las partículas de la tierra o a lo largo de un trozo de estambre en determinado ángulo con relación al piso. Esto se llama acción capilar y se produce como resultado de que las moléculas de agua son atraídas hacia las moléculas de la toalla (o de la tierra o del estambre) y entre sí mismas. No obstante, las moléculas solo pueden desplazarse hasta antes de que la fuerza de gravedad supere la atracción del agua hacia sí misma y hacia otras moléculas.

### Procedimiento

#### ▼ Introducción

Muestre a los estudiantes un vaso casi lleno con agua coloreada, un recipiente vacío y el estambre. Dígalos que va a hacer que el agua desafíe la fuerza de gravedad, ya que

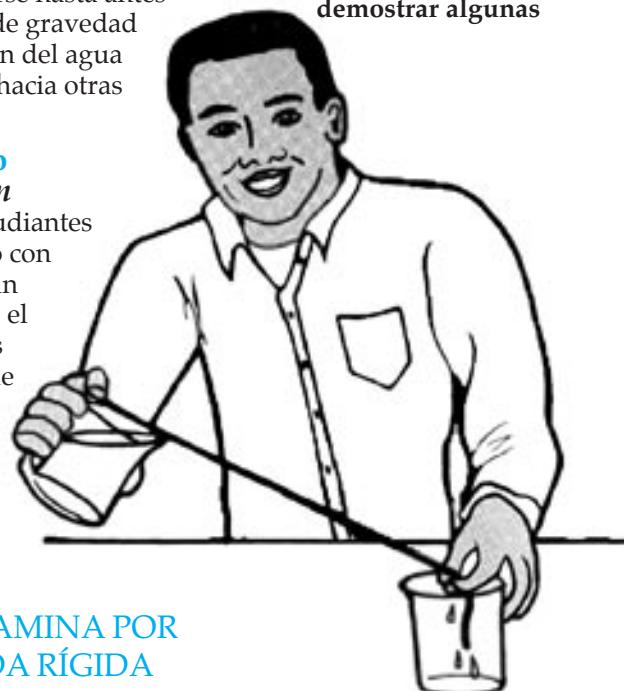
"caminará por la cuerda rígida" desde el vaso de precipitado al recipiente. Sostenga el vaso y tense el estambre como se indica en la ilustración "El agua camina por la cuerda rígida". Vierta el agua con lentitud hacia el extremo inferior del estambre. (¡Tal vez desee practicar primero!) ¿Pueden los estudiantes explicar la forma en que el agua se desplaza a lo largo del estambre? Dígalos que realizarán una serie de eventos que les ayudarán a comprender esta demostración y otras hazañas del agua.

#### ▼ Dinámica

1. **Dívida el salón de clases en secciones; cada competencia panamericana se llevará a cabo en una de ellas.** Pueden diseñarse banderines para identificar los distintos eventos.

2. **Dívida la clase en equipos pequeños.** Cada equipo debe representar un cuerpo de agua (por ejemplo, el equipo del océano Pacífico, el equipo del río Amazonas, etc.). Inicie los juegos haciendo que cada uno de los integrantes de los equipos se presenten ante la clase.

3. **Diga a los estudiantes que participarán en los Juegos Hídricos Panamericanos para demostrar algunas**



### EL AGUA CAMINA POR LA CUERDA RÍGIDA

# Tablero para los Juegos Hídricos Panamericanos

	EVENTO 1 Salto de garrocha (número de monedas)	EVENTO 2 Barra de equilibrio (número de gotas)	EVENTO 3 Canotaje (número de segundos)	EVENTO 4 Nado de dorso (no. de clips)	EVENTO 5 Esquí (centímetros)	
					1a. toalla	2a. toalla
Equipo:						
Equipo:						
Etc.						

hazañas sorprendentes del agua.

4. Los estudiantes llevan a cabo los eventos en cualquier orden. En la *Hoja de registros de los Juegos Hídricos Panamericanos* aparecen las instrucciones para su desarrollo. Los resultados deben registrarse en las hojas de calificación y en el tablero colocado en la parte frontal del salón de clases.

## ▼ Cierre

Haga que los estudiantes comparan los resultados de los diferentes eventos. En cada dinámica pídale que expliquen la función de la cohesión (la atracción del agua sobre sí misma) y de la adhesión (la atracción del agua hacia otros materiales).

Pida al grupo que recuerden la caminata del agua sobre la cuerda rígida en la *Introducción*. ¿Pueden ellos explicar de qué manera la atracción del agua hacia el estambre y hacia sí misma evita que caiga al piso? Si el agua se vierte con demasiada rapidez, la fuerza de gravedad sobrepasará las fuerzas de cohesión y adhesión del agua.

Haga que los estudiantes desarrollen un sistema de entrega de medallas a los ganadores de cada evento. Usted debe alentarlos para que todos los equipos ganen alguna medalla (incluyendo criterios respecto a trabajo en equipo, creatividad, cooperación, etcétera).

## Evaluación

Haga que los estudiantes:

- Demuestren las propiedades de cohesión y adhesión del agua (Paso 4).
- Dibujen el agua desplazándose a lo largo del estambre, o una gota de agua cayendo, e identifiquen dónde se producen la adhesión y la cohesión (*Cierre*).

## Extensiones

Los estudiantes pueden investigar la forma en que la tierra absorbe agua para explorar de otra manera la adhesión y la cohesión. Desafíe a los estudiantes a que discutan una combinación de tierra que absorba una mayor cantidad de agua. Haga que los estudiantes recojan muestras de suelo y eliminan el exceso de agua, dejando que las muestras se sequen al sol por aproximadamente seis horas. Déles instrucciones para que describan su mezcla de suelos y para que indiquen por qué piensan que absorberá el agua. Una vez que las muestras están secas, dé a los estudiantes las siguientes instrucciones.

- Utilicen un vaso con pequeñas perforaciones en el fondo. Registren el peso del vaso: \_\_\_\_\_. Llénenlo con su tierra y compáctenla con la mano. Anoten el peso del vaso con la tierra y resten el peso del vaso vacío. ¿Cuál es el peso de la tierra seca? \_\_\_\_\_. Coloquen el vaso en un recipiente que

tenga una capa delgada de agua. Pasados treinta minutos, retiren el vaso del agua y con mucho cuidado sacudan el exceso de agua de los lados y del fondo. Pesen el vaso con la tierra y resten el peso del vaso y de la tierra seca. ¿Cuál es el peso del agua que absorbió la tierra? \_\_\_\_\_.

Haga la comparación con la tensión superficial de otros líquidos. Empleando una lente de aumento (lupa), haga investigaciones con relación a gotas de agua, peróxido de hidrógeno y alcohol. ¿Cómo se diferencian unas de otras? ¿Puede sostenerse un clip sobre la superficie de cada uno de estos líquidos?

## Otros recursos

Ardley, Neil, *Mis libros de ciencia: el Agua*, Emeká editores, Bélgica, 1991.

Gutiérrez A., Carlos, *Si quieras experimentar... en casa puedes empezar con agua*, Selector, S.A. de C.V., México, 2002.

Kerrod, Robin, *Agua y Fuego*, Secretos de la Ciencia, Sitese-Conacyt, México, 1990.

Sepúlveda B., Elsa y Zazueta R., Fedro, *Tensión Superficial*, University of Florida, Center for Instructional Technology and Training, 2004, [www.citt.ufl.edu/Marcela/Sepulveda/html/tension.htm](http://www.citt.ufl.edu/Marcela/Sepulveda/html/tension.htm)

# HOJA DE REGISTROS DE LOS JUEGOS HÍDRICOS PANAMERICANOS

NOMBRE DEL EQUIPO: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Miembros del equipo: \_\_\_\_\_

## Evento 1. Salto de garrocha: ¡Por arriba del borde!

Lee las instrucciones antes de iniciar este evento.  
¿Cuántas monedas crees que podrías agregar antes de que el agua se derrame? \_\_\_\_\_

Instrucciones: Llena un molde para gelatina o vaso transparente con agua hasta el borde. Agrega las monedas, una a la vez. Cuenta el número de monedas agregadas. Continúa hasta que el agua se derrame. Repite con el otro equipo.

Describe o dibuja la superficie del agua.

Número de monedas agregadas.  
Miembro del equipo 1: \_\_\_\_\_  
Miembro del equipo 2: \_\_\_\_\_

## Evento 2. La barra de equilibrio: ¡Una moneda por tus pensamientos!

Lee las instrucciones antes de iniciar la actividad.  
¿Cuántas gotas de agua crees que podrías colocar sobre la moneda sin que se derramen? \_\_\_\_\_

Instrucciones: Usando un gotero, coloca tantas gotas de agua como sea posible sobre la moneda sin que se derramen. Cuenta el número de gotas. Continúa hasta que el agua se derrame o la gota de agua se colapse. Repite con el miembro del otro grupo. Haz un registro.

Describe o dibuja cómo se ve el agua en la moneda antes de que la gota se deshaga y el agua se derrame:

Número de gotas:  
Miembro del equipo 1: \_\_\_\_\_  
Miembro del equipo 2: \_\_\_\_\_

## Evento 3. Canotaje: ¡El poder de las burbujas!

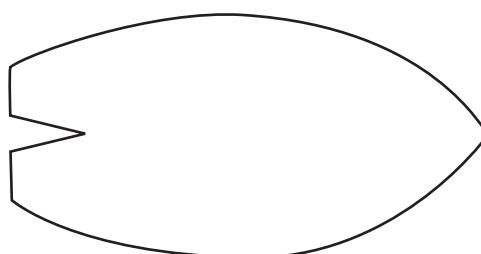
Instrucciones: Corta dos patrones de bote de un pedazo de cartón (ver modelo). En la parte de atrás de cada bote, corta una pequeña muesca. Coloca una gota de jabón líquido o un pedacito de jabón en la muesca de uno de los botes. Coloca los botes en una charola con agua y describe lo que sucede.

¿Qué causó que el bote se moviera? (Sugerencia: Coloca una gota de agua sobre la mesa. ¿Qué le pasa cuando le pones jabón?).

Haz un mejor diseño de bote, para que se mueva más rápido y en línea recta. Experimenta con diferentes diseños de botes, con la colocación y la cantidad de jabón.

Escoge el mejor diseño y coloca el bote en el extremo de la charola en la línea de salida. Toma el tiempo que le lleva cruzar hasta la meta.

¿Cuánto tiempo le tomó cruzar la línea de meta?



MODELO DE BOTE

## Evento 4. Nado de dorso: ¡Mantenerse a flote!

Lee las instrucciones antes de iniciar esta actividad. ¿Cuántos *clips* crees que tu equipo pueda dejar suspendidos en la superficie del agua? \_\_\_\_.

Instrucciones: Intenta colocar los *clips* en la superficie del agua. (Sugerencia: Apoya el *clip* en la punta de un tenedor y bájalo hacia el agua en forma horizontal). Usa un lente de aumento (lupa) para observar la superficie del agua donde hace contacto con el *clip*. Dibuja o describe cómo se ve:

Observa cuántos *clips* puedes suspender en la superficie del agua. Repite con el otro equipo.

Número de *clips* suspendidos en la superficie del agua.

Miembro del equipo No. 1: \_\_\_\_\_

## Miembro del equipo No. 2:

## Evento 5. Esquí: ¡Zigzagueando!

Instrucciones. Corta en tiras las toallas de papel de dos diferentes texturas o marcas –una que tú creas que absorberá más agua y una que creas que absorberá menos.

Explica tus razones:

Pega con cinta adhesiva un extremo de la toalla a la mitad de un lápiz. Coloca el lápiz en la parte superior de un vaso alto. Calcula la cantidad de agua que necesitará agregarse al recipiente para mojar 1.5 cm de los extremos de las toallas de papel. Quita las toallas, llena el vaso hasta ese nivel y vuelve a poner las toallas. Deja que las toallas de papel absorban agua hasta un tiempo determinado. Usa una regla para medir la altura del agua absorbida por cada toalla.

Altura de la primera toalla: \_\_\_\_\_

Altura de la segunda toalla: \_\_\_\_\_



# La tormenta



## ■ Edad recomendada:

Parte I: 6 años en adelante.  
Parte II: 9 años en adelante.

## ■ Disciplinas:

Ciencias de la Tierra,  
Redacción, Física,  
Matemáticas.

## ■ Duración:

Preparación:  
Parte I: no se requiere.  
Parte II: 30 minutos.

## Dinámica:

Parte I: 30 minutos.  
Parte II: 50 minutos.

## ■ Lugar:

Salón de clases.

## ■ Habilidades:

Recopilación de información,  
organización, análisis.

## ■ Propuestas relacionadas:

“Recuento de daños”, donde se investiga la forma en que las personas son afectadas por inundaciones y otros fenómenos climáticos. “El viaje increíble”, donde se describe el movimiento del agua dentro de su ciclo y se identifican sus estados físicos. “Imitemos al paisaje”, donde se describe cómo se mueve el agua a través de la superficie terrestre y se identifican los recursos y riesgos naturales.

## ■ Vocabulario:

Precipitación, líneas isoyetas, tormenta, nivel freático.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Qué se desata sin estar amarrado y cae sin lastimarse?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes simularán los ruidos de una tormenta mediante una actividad aeróbica, a la vez que generarán mapas de precipitación a través de la imitación de una red de control.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Trabajarán juntos para representar con mímica los ruidos de una tormenta.
- Reconocerán los diversos ruidos de una tormenta.
- Revisarán y registrarán la “precipitación”.

## Materiales

- Cientos de pequeños pedazos de papel (cuadros de 1 cm).
- Papel y lápiz.
- Recipientes con tapas (pida a los estudiantes que junten recipientes de la misma medida, uno cada quién).
- Reglas de plástico.
- Mapas locales.

## Conecciones

Una discusión sobre tormentas provocará diversas reacciones en los estudiantes. La mayoría habrán experimentado alguna vez sus señales y sus ruidos. Algunos serán advertidos de los efectos de las tormentas a través del periódico, la radio o la televisión. Los estudiantes deben aprender cómo tales fenómenos pueden afectar su vida y cómo los estudian los meteorólogos.

## Antecedentes

Las tormentas son uno de los fenómenos naturales más espectaculares. Son comunes en muchos sitios, mientras que en otros son consideradas como raras.

¿Qué distingue a una tormenta de otro tipo de tempestades? Truenos

y rayos. Las cargas eléctricas se forman y se mueven más o menos entre ciertas clases de nubes (por ejemplo una nube cúmulo que contiene gran cantidad de humedad). Cuando estas cargas brincan de un área de la nube a otra, a otra nube, o a la tierra, ocurren los rayos.

La electricidad presente en el rayo calienta el aire por el que pasa. Dicho calor provoca una expansión de ese aire a lo largo de la trayectoria, cuyo choque crea una onda sonora conocida comúnmente como trueno.

Utilizando nuestros sentidos, podemos saber a qué distancia se encuentra una tormenta. Por ejemplo, si se cuentan cinco segundos desde el momento en que se ve un rayo hasta que se escucha el trueno, la tormenta está a un kilómetro y medio aproximadamente. ¿Cómo lo calculamos? El rayo observado viaja a la velocidad de la luz (299 792 km/s); mientras que el trueno viaja mucho más lento, a la velocidad del sonido (335 m/s). Entonces, si a partir de que vemos el rayo pasan cinco segundos antes de que percibamos el trueno, eso quiere decir que este tuvo que recorrer 1 675 metros.

Las señales y los ruidos que acompañan a una tormenta son impresionantes: el rayo relampaguea e ilumina el cielo; el trueno retumba y estremece las casas; la lluvia cae sobre los techos; el viento agita las ramas de los árboles y un ocasional granizo hace resonar las ventanas. Observando el crecimiento de una tormenta a la distancia, somos testigos de un espectáculo de gran belleza. Sin embargo, cuando estamos bajo una tormenta, la seguridad debe ser prioritaria.

La lluvia es uno de los principales



Tormenta en la costa de Oaxaca, México. Foto: Víctor Hugo Mireles Vázquez

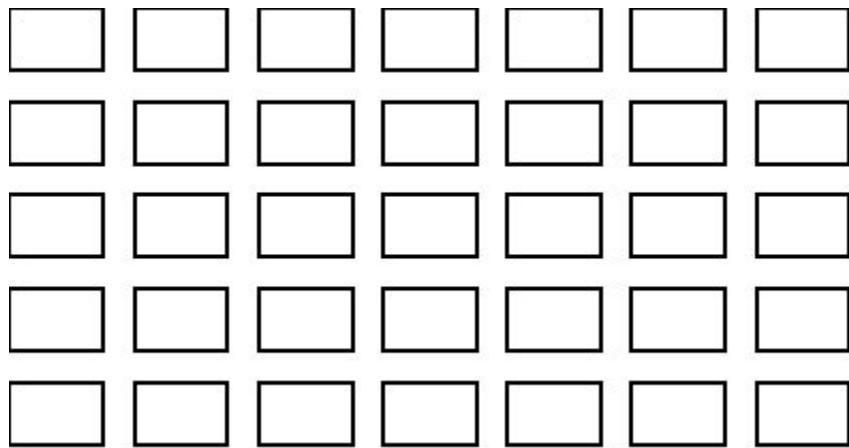
beneficios de las tormentas. No obstante, estas pueden causar destrucción por sus fuertes vientos, el granizo o las mencionadas lluvias, aunque la mayoría de estas solo pasan sobre nosotros trayendo humedad.

Es importante observar la cantidad de precipitación liberada por una tormenta. Por ejemplo, 25 cm de lluvia durante 24 horas, en un área limitada, puede provocar una extensa inundación.

El registro de las mediciones de las precipitaciones pluviales ayuda, entre otras cosas, a que los administradores de las cuencas predigan la posible escasez de agua. Si existiese la posibilidad de que el nivel freático se abatiera, los administradores requerirían implementar estrategias para la conservación del líquido vital.

Las precipitaciones pluviales se vigilan mediante una red de estaciones de registro. Cada estación reúne los datos que luego estudian los científicos. La calidad de los datos generados por la red están en relación con el tamaño del área a vigilar, el número de estaciones que reúnen los datos y la duración de la vigilancia.

Los científicos emplean gráficas para ilustrar sus mediciones. Las gráficas y los mapas hacen que los datos sean más fáciles de



visualizar y entender.

### Procedimiento

#### ▼ Introducción

Pida a los estudiantes que describan qué sentirían si escucharan el siguiente informe en el radio de un automóvil:

“Una gran tormenta con rayos, lluvia intensa, granizo pequeño y vientos fuertes se desplaza hacia (aquí se da el nombre del lugar donde vive el estudiante) a 40 kilómetros por hora. Se aconseja a las personas que se encuentran en el trayecto de la tormenta que tomen precauciones, según informó el Servicio Meteorológico Nacional.”

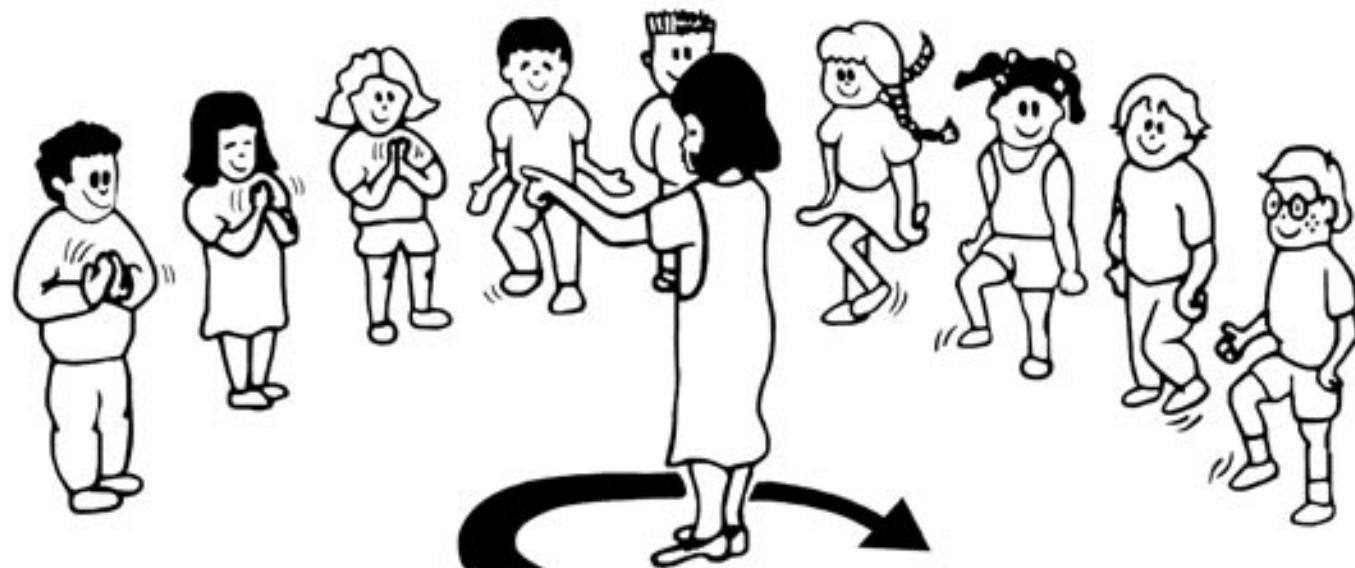
Pídale que describan las precauciones que tomarían, así como que elaboren un cuadro mental de la tormenta que se

avecina. Haga que elaboren una lista de las señales que se ven y de los ruidos que se oyen durante las tormentas. ¿Qué consideran ellos que causa el ruido del trueno? Deles una breve explicación al respecto. Explíquenes que van a imitar los ruidos de una tormenta y a calcular cuánta “lluvia” dejó caer la tormenta al pasar sobre el salón de clases.

#### ▼ Dinámica

##### Parte I

1. Pida a los estudiantes que se pongan en pie frente a usted, formando un círculo. Explique que cuando haga contacto visual con un estudiante, o bien cuando lo señale, él deberá comenzar a imitar su movimiento. El estudiante continuará hasta que usted vuelva a tener contacto visual con él y le muestre un





**movimiento distinto.** Prosiga con el mismo movimiento mientras hace contacto visual con cada estudiante de la fila. Regrese al primer estudiante e inicie el segundo movimiento. Esto llevará al aumento de los ruidos producidos de un extremo de la fila al otro. Empleando esta estrategia, guíe a los estudiantes a través de las siguientes series de movimientos:

- Frote sus manos.
- Truene los dedos.
- Aplauda con una cadencia irregular.
- Golpéese las piernas con las manos (opcional: en este momento, un estudiante enciende y apaga un interruptor para representar el rayo, mientras que otro toca un tambor para imitar el trueno).
- Golpee el piso con los pies.
- Golpéese las piernas con las manos mientras golpea el piso con los pies (para representar el aumento en la intensidad de la tormenta).
- Golpee el piso con los pies.
- Golpéese las piernas con las manos.
- Aplauda con cadencia irregular.
- Truene los dedos.
- Frote sus manos.
- Mantenga las manos abiertas (sin movimiento).

**2. Cuando todos los estudiantes estén con las manos abiertas,** pídale que permanezcan en silencio un minuto mientras piensan en el ejercicio y

recuperan el aliento. Pídale que se sienten. Discutan sobre cada movimiento y el efecto que simula.

**3. Pida a los estudiantes que escriban historias o hagan dibujos de tormentas que hayan observado. Elabore una colección titulada "Cuentos de tormentas", y deposítela en la biblioteca escolar para que todos la lean.**

#### Parte II

**1. Pida a los estudiantes que coloquen sus sillas o pupitres en filas, en forma tal que se forme una cuadrícula, y que cada uno de ellos se ponga en pie detrás de su silla o pupitre.**

**2. Dé a cada uno un recipiente lleno de pedazos de papel. Dígales que cuando usted les grite: "¡Ahora!", deberán arrojar el papel al aire.**

**3. Repita la dinámica de la tormenta. En el punto más intenso, cuando los estudiantes golpean el suelo con los pies y las piernas con las manos, grite usted: "¡Ahora!"**

**4. Al desaparecer los ruidos, pida a los estudiantes que se sienten. Dígales que los trozos de papel son la cantidad de lluvia que ha caído.**

**5. Discutan la importancia de vigilar las lluvias. Diga a los estudiantes que cada uno representa un punto de la red de control. Pídale luego que recojan tantos pedazos de papel como puedan, sin levantarse de**

**sus asientos.**

**6. Calculen la cantidad de precipitación pluvial contando cada trozo recogido como la décima parte de un centímetro de lluvia. (10 trozos = 1 cm; 5 pedazos = 0.5 cm; 23 pedazos = 2.3 cm, y así sucesivamente). Los estudiantes más pequeños deberán redondear la medición (por ejemplo, 6, 8 o 12 trozos de papel se redondearán a 1 cm, y 16, 19 o 24 pedazos se aproximarían a 2 centímetros).**

**7. Dibuje en el pizarrón la cuadrícula de las estaciones estudiantiles de control. Anote el número de trozos de papel recogidos por cada estudiante en el cuadrado que le corresponde. Pídale que localicen el área que recibió la mayor cantidad de lluvia y márquela con una "X".**

**8. Divida la clase en grupos. Haga que cada grupo copie la cuadrícula y las medidas de la precipitación.**

**9. Pida a cada grupo que elabore un mapa de precipitación pluvial.** El propósito es identificar las áreas que tuvieron cantidades similares de lluvia. Pregunte a los estudiantes cómo clasificarían o agruparían las estaciones. Sugíales que indiquen la cantidad de precipitación pluvial en centímetros. Por ejemplo, si el área con la lluvia más intensa recibió 4.8 cm, pídale que localicen todos los demás sitios que recibieron 4 cm o más. Deben dibujar una línea que une a todas estas estaciones.

El resultado final será un círculo; asegúrese de que este no incluya ninguna estación que haya recibido menos de 4 cm de lluvia. Debe hacerse lo mismo con las mediciones de lluvia de 3, 2 y 1 cm). El círculo de los 3 cm abarcará o rodeará el de los 4 cm; el de 2 cm rodeará el de 3 cm, y así sucesivamente. Las líneas no deberán cruzarse.

**10. Los círculos resultantes reciben el nombre de "líneas isoyetas".** En teoría, indican que cada uno de los puntos que se encuentran a lo largo de su

trayecto tiene el mismo valor. Pregunte a los estudiantes cómo utilizaría un hidrólogo estos datos del mapa (para predicción de inundaciones, riego, erosión del suelo, etcétera).

### ▼ Cierre

Revise los mapas para asegurar que fueron dibujados adecuadamente. Haga que los estudiantes discutan sobre las siguientes preguntas:

- ¿Qué cambio podría haberse hecho a la red de control para obtener mejores resultados?
- ¿Habrían sido tales resultados mucho mejores si se hubiera contado con más puntos de recopilación de información?

Repita la dinámica varias veces, para que se generen mapas diferentes.

Pegue en el pizarrón un mapa de la comunidad y pida a cada estudiante que señale dónde se encuentra su casa. Asimismo, que coloquen recipientes en áreas abiertas cercanas a su hogar. Déles instrucciones para que midan la cantidad de lluvia que se acumule ahí durante la próxima tormenta, y que traigan los resultados a la clase. Pídale que registren las mediciones en el mapa de la comunidad y que empleen los resultados para elaborar un mapa de precipitación.

### Evaluación

Haga que los estudiantes:

- Imiten los ruidos de una tormenta (*Parte I, Paso 1*).
- Relacionen esos ruidos con los de una tormenta real (*Parte I, Paso 2*).
- Hagan el recuento de experiencias que hayan tenido en alguna tormenta (*Parte I, paso 3*).

- Dibujen un mapa de precipitación y lo interpreten (*Parte II, Paso 9 y Cierre*).

### Extensiones

Introduzca el proceso de cálculo de la distancia del inicio de un trueno. Estimule a los estudiantes para que incorporen esta técnica a la de las tormentas (por ejemplo, pídale que simulen una que se encontrase a una distancia de 5 segundos).

Pida a los estudiantes que sugieran formas de variar la intensidad de la tormenta, o que simulen distintos tipos de lluvia. Grabe cada tipo de tormenta o ruido de lluvia producido. Reproduzca las grabaciones y pida a los estudiantes que igualen la grabación con el tipo de tormenta o intensidad de la lluvia que ellos模拟aron.

Conviertan las cantidades de precipitación del mapa a profundidad de nieve. Por ejemplo, 1 cm de precipitación pluvial es igual a 10 cm de nieve. Si usted recogiera 25 trozos de papel tendría 2.4 cm de lluvia, o 24 cm de nieve. Este tipo de datos es importante cuando se anticipan las avenidas de aguas en la primavera; se recrea un alud o se predicen migraciones de animales salvajes hacia áreas donde puedan alimentarse en el invierno. Si la capa de nieve es baja y contiene poca humedad, ¿cómo afectaría esta situación los niveles del arroyo durante el resto del año?

Emplee pedazos de papel de color azul para representar lluvia y de color blanco para granizo. Reproduzca la dinámica de igual forma. Esta vez cuente el número de pedazos de cada color. Esto le permitirá dibujar líneas isoyetas

para la lluvia o el granizo en el mismo mapa.

Elabore un informe climático imaginativo. Para estimular su creatividad, pida a los estudiantes que hagan un informe del tiempo como los que prepara el Servicio Meteorológico Nacional, pero desde la perspectiva de una ardilla, un ave, una zorra, una trucha o un roble. ¿Qué pensarían ellos de una tormenta? ¿Qué les dirían a sus amigos de la naturaleza que hicieran?

### Otros recursos

Burgos, Estrella y Felipe Ugalde, *Fenómenos Naturales. La Lluvia*, ADN Editores, S. A. de C. V., México, 2001.

Chémery, Laure, *Los climas ¿un futuro imprevisible?*, Biblioteca Actual Larousse, 2003.

Ediciones SM., *Las tormentas*, Ecolección Tierraviva, Madrid, 1993.

Géminis, S. A. de C. V., *Cuentos Infantiles*, "La Tormenta", México, 2001.

Mir, Graciela et al., *ABCDesastres*, multimedia en linea, Organización Panamericana de la Salud y Centro Regional de Investigación y Desarrollo de Santa Fe, Argentina, [www.eird.org/fulltext/ABCDesastres/teoria/preguntas/tormenta\\_1.htm](http://www.eird.org/fulltext/ABCDesastres/teoria/preguntas/tormenta_1.htm).

Polacco, Patricia, *Thunder cake*, Philomel Books, Nueva York, 1990.

*Wikipedia, la enciclopedia libre*, [www.es.wikipedia.org/wiki/Tormenta](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Tormenta).

# Planeta azul



■ **Edad recomendada:**  
De 9 años en adelante.

■ **Disciplinas:**  
Matemáticas, Estadística,  
Geografía, Ciencias de la  
Tierra, Educación física.

■ **Duración:**  
Preparación:  
5 minutos.

Dinámica:  
30 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases o al aire libre.

■ **Habilidades:**  
Psicomotricidad, recopilación  
de información, organización,  
análisis, interpretación,  
aplicación.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“Una gota en la cubeta” (que  
ilustra la relación entre las  
cantidades de agua dulce y  
salada que hay en la Tierra);  
“Cuerpos de agua” (sobre  
el porcentaje de agua que  
contiene nuestro cuerpo)

■ **Vocabulario:**  
Estadística, gráfica de pastel,  
probabilidad, azar, aleatorio,  
muestreo, cartografía.

Propuesta desarrollada por  
la Fundación del Proyecto WET

*¿Por qué lo llamamos Tierra, si  
en su mayor parte nuestro planeta  
está cubierto por agua?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes estimarán el porcentaje de la superficie de nuestro planeta que está cubierto por agua y, mediante lanzamientos de un globo terráqueo inflable (pelota de playa), conducirán un muestreo de probabilidad simple para verificar sus estimaciones.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Estimarán el porcentaje de la superficie terrestre que está cubierto por agua;
- Predecirán lo que un muestreo de probabilidad revelará acerca de la cobertura relativa de agua y tierra;
- Conducirán un muestreo de probabilidad y compararán los resultados con sus estimaciones y predicciones.

## Materiales

- Un globo terráqueo inflable (pelota de playa) que muestre las coberturas de agua y tierra (disponibles en [www.superdairyboy.com](http://www.superdairyboy.com) o en [www.internatural.com](http://www.internatural.com)).
- Lápices, papel, pizarrón o rotafolios.
- Calculadoras (opcional).

## Conexiones

Seguramente todos sus estudiantes están familiarizados con imágenes de nuestro planeta visto desde el espacio, mismas que abundan en la televisión, Internet, libros, periódicos, revistas, juguetes, etc. Los viajes por el espacio, los satélites y las modernas tecnologías de comunicación han hecho esto posible. Sin embargo, se requirió el trabajo previo de innumerables personas a lo largo de la historia, como exploradores, cartógrafos

y científicos, para generar este conocimiento de nuestro planeta. Analizar con más detalle nuestro globo terráqueo ayudará a los estudiantes a confirmar la importancia del agua en el mismo y a valorar el trabajo de todos aquellos que nos han ayudado a conocerlo mejor.

## Antecedentes

Dramáticas vistas de la Tierra desde el espacio confirman lo que la cartografía ha mostrado desde hace más de un siglo: la mayor parte de la superficie terrestre está cubierta por agua. De hecho, aproximadamente el 71% de la superficie de nuestro planeta está cubierta por dicho elemento. Cartógrafos y geógrafos han trazado y medido la superficie de la Tierra y han determinado las áreas aproximadas siguientes:

Área cubierta por tierra =  $1.49 \times 10^8$  o sea  $149\,000\,000 \text{ km}^2$

Área cubierta por agua =  $3.62 \times 10^8$  o sea  $362\,000\,000 \text{ km}^2$

El área total de la superficie del planeta es la suma del área de tierra más el área cubierta por agua ( $511\,000\,000 \text{ km}^2$ ). Al dividir esta última entre el área total, podemos calcular el porcentaje de la superficie del planeta cubierta por agua ( $362\,000\,000 \div 511\,000\,000 = 0.7084$ ), que podemos redondear a 71 por ciento.

Dado que conocemos por medición que aproximadamente el 71% de la superficie de la Tierra está cubierta por agua, la probabilidad nos permite predecir lo que pasaría si tomáramos muestras aleatorias de puntos sobre un globo terráqueo. En teoría, una muestra aleatoria de 100 puntos sobre un globo terráqueo hecho a escala correcta, nos daría 71 puntos en agua y 29 en tierra. Muestras más pequeñas, darían proporciones similares. Por

ejemplo, una muestra aleatoria de 40 puntos sobre nuestro globo terráqueo debería arrojar alrededor de 28 puntos en agua, o sea, 70%, cifra bastante cercana a lo que conocemos de la superficie terrestre. La probabilidad de seleccionar aleatoriamente un punto ubicado en el área cubierta por agua es aproximadamente del 71%.

Pero aquí es en donde la teoría de la probabilidad realmente se vuelve interesante: si no supiéramos por medición que el 71% de la superficie de la Tierra está cubierta por agua, de todos modos dicha teoría nos permitiría tomar una muestra aleatoria de puntos sobre la superficie del globo terráqueo y generalizar nuestros hallazgos a toda la superficie del planeta.

He aquí un ejemplo: Tenemos un recipiente con un número desconocido de cuentas azules y anaranjadas. Queremos saber qué porcentaje de ellas son azules. Otra forma de plantearlo es que queremos saber cuál es la probabilidad de seleccionar aleatoriamente una cuenta azul del recipiente. Empezamos por ir sacando y contando las cuentas, devolviéndolas al recipiente en cada ocasión. Después de 40 extracciones al azar, calculamos que el 75% de las cuentas sacadas son azules. Después de 80 extracciones, las cuentas azules seleccionadas son el 74%. Después de 100 extracciones tenemos 75% de cuentas azules. La probabilidad nos permite decir que, aunque sólo hemos analizado una muestra empírica de 100 cuentas, podemos tener confianza en que al contar la totalidad de las cuentas, aproximadamente el 75% de ellas serán azules. Al contarlas, encontramos que de un total de 275 cuentas hay 205 azules y 70 anaranjadas, lo que significa que el 74.54% son azules ( $205 \div 275 = 0.74545$ ).

En esta dinámica probaremos el poder que la probabilidad tiene de predecir, al seleccionar

aleatoriamente puntos sobre la superficie de nuestro globo terráqueo inflable, para después comparar si los resultados de dicho muestreo son acordes con lo que sabemos o creemos saber acerca de la relación entre agua y tierra en la superficie del planeta.

### Procedimiento

#### ▼ Introducción

Muestre a los estudiantes el globo terráqueo inflable y pregúntele:

¿Qué representa esta esfera?

¿Qué colores ven? ¿Qué representa la diferencia de colores?

¿Qué opinan de que algunas personas llamen a la Tierra "el planeta azul"?

¿De qué está cubierta la mayor parte de la superficie de la Tierra: agua o tierra?

¿Qué porcentaje de la superficie de la Tierra consideran que está cubierta por agua? (Registre las respuestas en el pizarrón o en el rotafolios).

¿Están suponiendo o estimando el porcentaje de agua que cubre la superficie terrestre, o lo saben con certidumbre? Si lo conocen como un hecho, ¿cómo lo saben? ¿Alguien se los dijo? ¿Lo leyeron en algún libro?

Estas preguntas permitirán plantear a continuación el problema para la dinámica y servirán, a la vez que de pre-evaluación, para identificar posibles conceptos que estén equivocados.

#### ▼ Dinámica

1. Haga que los estudiantes se pongan en pie, formen un círculo y miren al centro, en donde usted se colocará.

2. Diga a los estudiantes que harán un muestreo aleatorio de la superficie de la Tierra, lanzando y atrapando el globo terráqueo inflable. Cada vez que alguien atrape el globo, se registrará si su pulgar izquierdo quedó en agua o en tierra.

3. Recuerde a los estudiantes las estimaciones que hicieron durante la *Introducción*. Escoja una de las registradas en la lista. Pregunte: Si supusiéramos que esta estimación es acertada, ¿qué esperaríamos que pasara al lanzar y atrapar el globo? (Ejemplo: Si la estimación es del 60%, esperaríamos que en 6 de cada 10 lanzamientos el globo fuese atrapado quedando el pulgar izquierdo en el agua. En otras palabras, la probabilidad de tocar agua es de 60%. Sesenta veces, de cada cien, el pulgar izquierdo estará tocando agua).

4. Establezca reglas para lanzar el globo. Los estudiantes pueden lanzarlo entre ellos mismos o bien a usted (que estará en el centro) para que lo lance a los demás. En cada lanzamiento, procuren que el globo gire para que la muestra sea más aleatoria.

5. Después de cada atrapada, quien tenga el globo indica si su pulgar izquierdo quedó en agua o en tierra. Si quedó entre agua y tierra, el estudiante debe escoger el que parezca estar tocando más. Recuerde que las capas de hielo en el Ártico (Polo Norte) son completamente agua, mientras que en la Antártida (Polo Sur) hay tierra bajo una gruesa capa de hielo.

6. Pida a un estudiante que registre el resultado de cada atrapada en el pizarrón o rotafolios, bajo los encabezados de "agua" o "tierra", para que todos puedan verlos.

7. En grupos de 20 o más participantes, puede ser suficiente con que cada quien atrape el globo una vez, sobre todo si usted está al centro lanzándoselos de regreso. Asegúrese de registrar también sus propias atrapadas. Con grupos más pequeños, puede ser necesario que cada persona atrape el globo dos veces.

8. Después de que cada quien atrape el globo al menos una vez, pida a los estudiantes que regresen a sus asientos. Haga que miren los resultados. Pídale que



Imagen cortesía de la NASA.

calculen una relación que exprese la proporción del número de atrapadas en “agua” con respecto al número total de atrapadas. Haga que conviertan esa relación en porcentaje (por ejemplo: tierra = 12; agua = 28; total = 40. Proporción agua vs. total = 28/40. El porcentaje es igual a 28÷40, es decir, 70%).

48

9. Compare el porcentaje de la muestra contra las estimaciones y predicciones de los estudiantes. ¿Estuvieron cerca? Diga a los estudiantes que los científicos y geógrafos han medido la superficie de la Tierra y han calculado que aproximadamente el 71% de la misma está cubierto por agua. ¿Cómo compara su muestreo con las medidas de los científicos? Si difiere mucho

del 71%, ¿pueden determinar por qué? ¿Qué cosa podrían haber hecho de manera distinta? ¿Más lanzamientos acercarían el porcentaje de la muestra al 71%? Inténtenlo.

#### ▼ Cierre

Pregunte nuevamente a los estudiantes: ¿Por qué algunas personas llaman a la Tierra *El planeta azul*? Dígales que algunas personas piensan que más bien debería llamarse *Aqua* en vez de *Tierra*. Pregúntele si están de acuerdo o no con esto y pídale que justifiquen sus respuestas.

#### Evaluación

1) Pida a los estudiantes que escriban un ensayo de no más de una página acerca de cómo es que saben que el 71% de la superficie de la Tierra está cubierta por

agua. 2) Pídale que hagan una gráfica de pastel que represente el 71% de la superficie del planeta como agua y el 29% como tierra. 3) Dé a los estudiantes un recipiente con un número desconocido de frijoles negros y bayos, o de cuentas de dos colores distintos. Pídale que usen la probabilidad para predecir el porcentaje de frijoles o cuentas de cada color, y que después comparan sus predicciones con un conteo real.

#### Extensiones

Pregunte a los estudiantes si pueden idear otro método para determinar aproximadamente el porcentaje de la superficie del planeta que está cubierto por agua. (Sugerencia: use una cuadrícula sobre un mapamundi).

#### Otros recursos

*La Ciencia del Agua para Escuelas*, United States Geological Survey, <http://water.usgs.gov/gotita/index.html>

Lacoste, Yves, *El agua, la lucha por la vida*, Biblioteca Actual Larousse, s/l, 2003.

*La sociedad* de National Geographic (en español). [www.esmas.com/nationalgeographic](http://www.esmas.com/nationalgeographic)

*National Aeronautics and Space Administration* (NASA). [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)

*Oro azul. Enciclopedia interactiva del agua*, Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO, CD, 1999.

*United States Geological Survey*. [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov)

*Wikipedia, la enciclopedia libre*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Tierra>

# Visualizando el agua subterránea



■ **Edad recomendada:**  
De 12 años en adelante.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias de la Tierra,  
Matemáticas, Civismo.

■ **Duración:**  
Preparación:  
Parte I: 30 minutos.  
Parte II: no se requiere  
Parte III: 15 minutos.

Dinámica:  
Parte I: 30 minutos.  
Parte II: 30 minutos.  
Parte III: 50 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases.

■ **Habilidades:**  
Organización, análisis,  
interpretación.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“El viaje increíble” aborda el ciclo hidrológico, incluyendo la infiltración del agua. “Suma de las partes” trata la contaminación puntual y difusa, así como las mejores prácticas para evitarla.

■ **Vocabulario:**  
Acuífero (confinado, no confinado y artesiano), agua subterránea, nivel freático, permeabilidad.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Alguna vez has deseado tener una ventana al interior de la Tierra, para observar lo que hay bajo tus pies?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes se harán una imagen mental del agua subterránea y aprenderán sus principios básicos, al elaborar su propio corte geológico transversal, o ventana al subsuelo.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Identificarán las diversas partes del sistema de agua subterránea.
- Compararán el movimiento del agua a través de varios sustratos.
- Relacionarán distintos tipos de suelo y sus usos con la potencial contaminación del agua subterránea.

## Materiales

- Botellas transparentes de refresco, de aproximadamente 350 ml, o vasos de plástico (cortar la parte superior y hacer perforaciones en la base).
- Grava.
- Arena.
- Arcilla (si no puede obtenerla, ponga en la licuadora arena para gato, limpia y sin grumos, y muérala finamente. Mézclela con suficiente agua para humedecerla).
- Lente de aumento (lupa).
- Veinticinco tiras de papel blanco de 2.5 x 30 cm (numere las tiras por el reverso del 1 al 25).
- Crayones azules o lápices de color.
- Copias del Cuadro de registro de datos de un pozo.
- Copias de la Hoja de agua subterránea del estudiante.

## Conecciones

No se piensa en lo que no se ve. Como el agua subterránea se encuentra por debajo de la corteza terrestre, no tenemos de ella un

punto de referencia visible como cuando observamos el agua de lagos o ríos. No obstante, como suele mencionársela como origen del agua potable, quizás los estudiantes sepan que todos los días beben agua del subsuelo. (También es probable que hayan visto un molino de viento o una bomba que extrae agua de este.) Los molinos de viento funcionan como indicadores de superficie del agua subterránea, y también generan electricidad. Un corte transversal geológico nos ayudará a tomar conciencia de esta agua escondida bajo la tierra.

## Antecedentes

El agua del subsuelo es uno de los recursos naturales más valiosos de la Tierra. Al agua que se almacena en los poros, hendiduras y aberturas de las rocas del subsuelo se la conoce como “agua subterránea”. Los pozos perforados a mano o con maquinaria se han empleado a lo largo de la historia para extraer agua del subsuelo. Los científicos usan la palabra “acuífero” para describir una formación subterránea que contiene y transmite agua.

Los acuíferos tienen muchas formas y tamaños. (Ver recuadro y *Cuadro de registro de datos de un pozo*, para la definición e identificación de las partes de un sistema de agua subterránea).

Algunos acuíferos pueden medir cientos de kilómetros cuadrados y cientos de metros de profundidad, y otros tener sólo unos cuantos kilómetros cuadrados y algunos metros de profundidad. La calidad y la cantidad del agua varía de un acuífero a otro y, en ocasiones, dentro del mismo sistema. Algunos acuíferos proveen millones de litros de agua al día y mantienen su nivel, mientras que otros sólo

proveen pequeñas cantidades. En ciertas áreas es posible que los pozos se hayan perforado a cientos de metros para llegar al agua utilizable, mientras que en otras esta se encuentre a sólo unos cuantos metros. Un sitio puede contener varios acuíferos ubicados a distintas profundidades, mientras que otro puede contener poca o nada de agua.

La edad del agua subterránea varía de un acuífero a otro. Por ejemplo, un acuífero superficial no confinado podría contener agua de hace sólo unos cuantos días, semanas o meses; en tanto que un acuífero profundo, cubierto por una o más capas impermeables, puede contener agua de cientos e incluso miles de años de antigüedad.

La velocidad de desplazamiento del agua subterránea varía de acuerdo con el material rocoso a través del que se mueve. Cuando el agua se infiltra hacia el manto freático, se transforma en agua subterránea y comienza a descender lentamente. Su desplazamiento responde a

las diferencias en los niveles de energía. Las energías que hacen que el agua subterránea fluya se expresan como energía gravitacional y presión energética (ambas forman parte de la energía mecánica). La gravitacional se genera a partir de la diferencia en altura entre el área de recarga (lugar donde el agua ingresa en el sistema de agua subterránea) y la de descarga (lugar donde el agua sale del sistema). La presión energética (cabeza hidráulica) procede del peso del agua subyacente y de los materiales de la tierra. El agua subterránea fluye hacia las áreas de menor resistencia (cuando encuentra material semipermeable, como la arcilla, se desplaza lentamente, y cuando va hacia un área abierta, como un lago, su velocidad aumenta).

Los hidrogeólogos, científicos que estudian el agua del subsuelo, saben que existen las variables mencionadas y que para, realmente, "dibujar el agua del subsuelo", deben perforar pozos. Estos proporcionan el mejor método para aprender

sobre las características físicas, hidrológicas y químicas de un acuífero. Cuando se perfora un pozo muy profundo, el taladro pasa por distintas formaciones rocosas. Registra la ubicación exacta del pozo y la profundidad de cada formación, a la vez que captta muestras del material rocoso penetrado (piedra arenisca, arena, arcilla y otros). Estos datos se convierten en parte del registro o "Bitácora del pozo". Dicho registro proporciona información valiosa para determinar la disponibilidad de agua subterránea, su desplazamiento, cantidad y calidad. Luego, el perforador del pozo lo tapa y lo sella, para protegerlo de la contaminación.

Si se acumulan en la superficie de la tierra desechos peligrosos, como sustancias químicas, metales pesados, aceite, etc., la lluvia o avenidas pueden llevarlos al agua subterránea, al filtrarse al subsuelo. Cuando los hidrogeólogos analizan la calidad del agua subterránea, consideran las prácticas de uso del suelo de la cuenca y de la zona circundante al pozo.



Demostración de un modelo de agua subterránea.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Diga a los estudiantes que aprenderán cómo está el agua en el subsuelo. Explíquenles que los hidrogeólogos estudian los pozos para conocer los tipos de material rocoso que está bajo tierra. Pídale que dibujen lo que piensan que es el subsuelo (textura y color de las formaciones rocosas), o que describan brevemente lo que le sucede al agua después de que se infiltra en él.

### ▼ Dinámica

#### Parte I

##### Demostración del agua subterránea

Haga que los estudiantes desarrollen la siguiente dinámica para aprender cómo se desplaza el agua por materiales rocosos como grava, arena y arcilla.

Coloque por separado grava, arena y arcilla en recipientes transparentes. Pida a los estudiantes que observen bien cada uno (para el caso, funciona bien una lupa). Con el objeto de demostrar que el agua subterránea se desplaza a través de las formaciones rocosas del subsuelo, vierta agua en cada recipiente; observen y discutan los resultados. ¿Cuál recipiente se vació con más rapidez? ¿Y cuál lo hizo más lentamente? ¿Cómo influirían los distintos materiales en el desplazamiento del agua en los sistemas naturales?

#### Parte II

(Puede ser apropiada para los estudiantes más jóvenes)

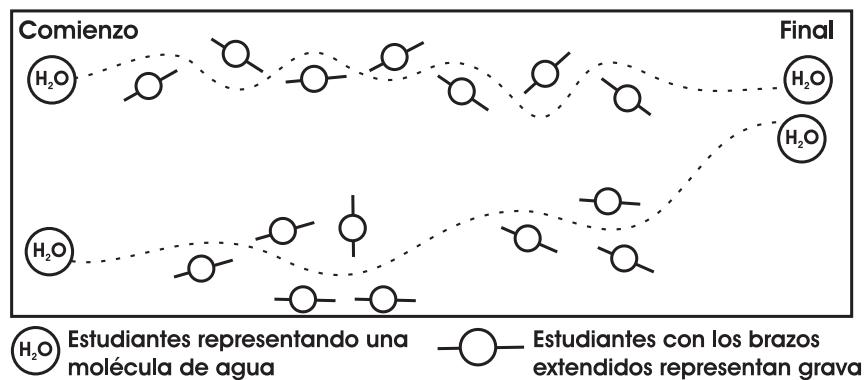
##### Desplazamiento del agua subterránea

Desarrolle la siguiente dinámica para demostrar cómo los distintos tamaños y tipos de material rocoso afectan el desplazamiento del agua. Elija tres o cuatro estudiantes para que actúen como moléculas de agua. Los demás serán material rocoso.

A. Desplazamiento del agua a través de la grava: Los estudiantes se transforman en

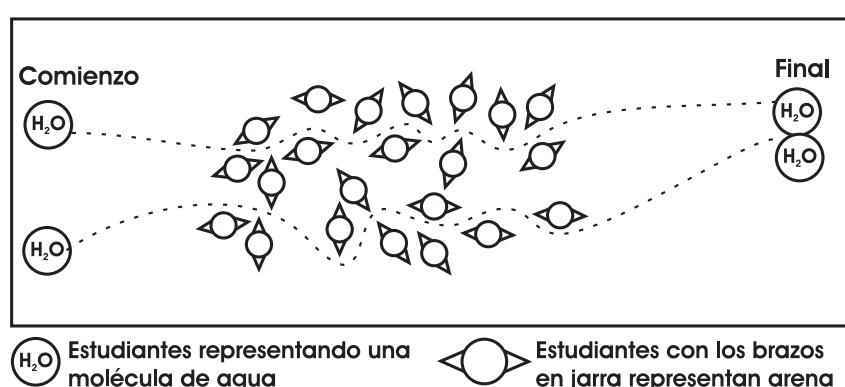
## A

### Movimiento del agua a través de la grava.



## B

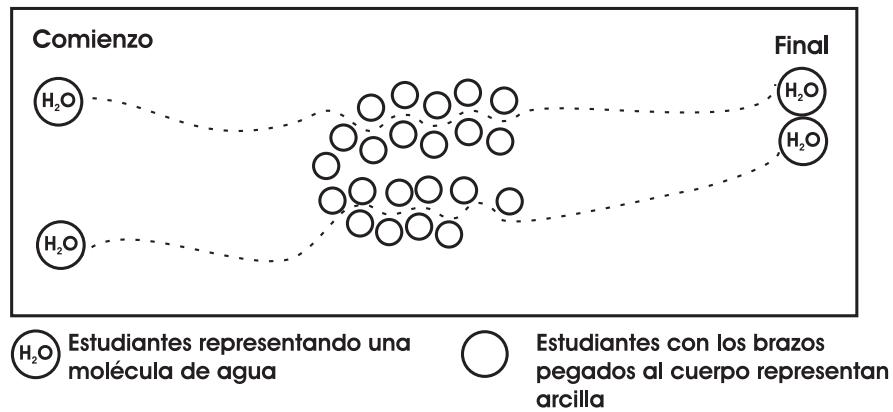
### Movimiento del agua a través de la arena.



51

## C

### Movimiento del agua a través de la arcilla.



grava extendiendo los brazos hacia los lados. Deberán girar sin tocar a otros estudiantes. El objetivo de quienes representen a las moléculas de agua será desplazarse (fluir) a través de los que representen la grava, hasta el otro lado del salón. (Ver la ilustración A.)

**B. Desplazamiento del agua a través de la arena:** Los estudiantes se transforman en arena al extender los brazos, doblar los codos y tocar su cintura con las puntas de los dedos. Deben permanecer en pie, en forma tal que sus codos casi se toquen. Esta vez las moléculas de agua experimentarán cierta dificultad, pero aun así llegarán al otro lado. (Ver la ilustración B.)

**C. Desplazamiento del agua a través de la arcilla:** Los estudiantes se transforman en partículas de arcilla al mantener los brazos bien pegados al cuerpo y pararse uno junto al otro. Deberán estar muy cerca, lo que hará que el avance del agua a través de la arcilla sea muy difícil. Sin rudeza, las moléculas de agua se empujarán con lentitud a través de la arcilla. (Ver la ilustración C.) Es posible que en este caso las moléculas de agua no puedan moverse.

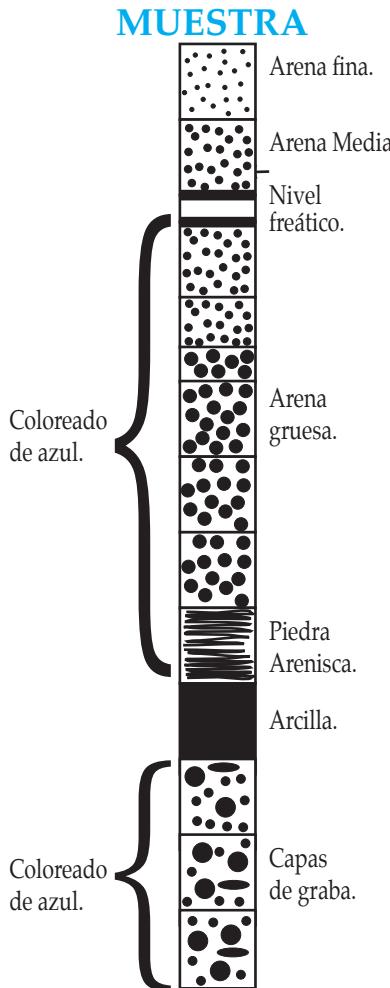
### Parte III

1. Entregue las tiras numeradas del 2 al 24 a los estudiantes (que trabajan en forma individual o en parejas) y las copias del Cuadro de registro de datos de pozos. El papel será la longitud del pozo perforado. Recibirán datos del lugar y de los tipos de material rocoso que se encuentran en los pozos, y pondrán esta información en las tiras de papel para formar los registros respectivos.

Demuestre cómo hacer los registros de los tipos de material rocoso. Divida la tira número 1 en secciones de 2.5 cm. Muestre a los estudiantes los datos del pozo número 1. Marque el nivel del agua dibujando una doble línea en el punto apropiado (a 5 cm

de la parte superior) de la tira de papel; esto corresponde al nivel que se muestra más adelante en la primera columna del Cuadro de Registro de Datos de un Pozo. En la segunda columna se encuentra el nivel de la arena fina (0-2.5 cm). Midiendo desde la parte superior de la columna, el espacio de los primeros 2.5 cm se llena de puntitos. De 2.5 a 6.0 cm la formación está compuesta por arena de grano mediano. De 6.0 hasta 15 cm existe una capa de arena gruesa, y así continúa hasta la capa de grava, la cual está entre los 20 y 30 cm. Completén el dibujo coloreando (azul claro) el área entre el manto freático y la parte superior de la capa de arcilla. Coloreen también la capa de grava.

3. Haga que los estudiantes llenen su registro con base en el número que aparece en su tira de papel (si la tira tiene el



número seis, emplearán los datos del pozo seis) y la información del Cuadro de registro de datos de pozos. Asegúrese de que los estudiantes noten el uso del suelo existente sobre su pozo.

4. Cuando terminen los registros de su pozo, pida a los estudiantes que contesten preguntas basadas en ellos:

- La escala horizontal del corte transversal es de 2.5 cm = 1 km. La escala vertical es de 2.5 cm = 1.5 m. ¿Cuántos kilómetros están representados horizontalmente en el corte transversal? ¿Cuántos metros están representados verticalmente en el mismo corte?
- ¿A cuántos metros bajo la superficie se encuentra el nivel freático?
- Diga a los estudiantes que imaginen que una gota de agua cae sobre la superficie de su pozo. ¿Qué contaminantes podría llevar esta gota de agua al filtrarse al suelo? (Los estudiantes pueden referir la práctica de uso del suelo por encima de su pozo, pero también pueden concluir que requieren más información).
- Pídale que describan el desplazamiento de la gota por la columna. ¿Por cuáles capas fluiría con mayor rapidez? ¿Y por cuáles lo haría con más lentitud?
- ¿Qué capa podría restringir el avance de la gota de agua? Explique a los estudiantes que sólo una pequeña cantidad de agua pasaría por la arcilla. Pídale que especulen sobre el origen del agua que se encuentra por debajo del nivel de la arcilla (en la capa de grava).
- Haga que los estudiantes coloquen los registros de su pozo en orden creciente y que lo peguen en la pared. Distribuya a cada estudiante una Hoja de agua subterránea del estudiante. Compare el registro del corte transversal del pozo de los

**estudiantes con el de la hoja mencionada.**

- a. Dé las definiciones mencionadas en el recuadro de esta misma página y pida a los estudiantes que localicen estas partes de un sistema de agua subterránea en el *Registro de datos de un pozo (corte transversal)*.
- b. Pregúntele en qué dirección se desplaza el agua del acuífero no confinado de la página siguiente. (Se desplaza sobre todo de izquierda a derecha.)
- c. ¿Cuáles son las fuentes de agua para un acuífero no confinado? (Lluvia, pantanos, ríos).
- d. ¿Cuánto tiempo le tomaría al agua que se encuentra en la formación de piedra arenisca desplazarse del pozo 1 al pozo 15? (Suponga que el agua se desplaza a una velocidad constante y fluye a 30 m por día).
- e. Ahora que los estudiantes conocen el uso del suelo existente, la ubicación de otros pozos y la dirección del flujo del agua; ¿cómo contestarían la pregunta 4c?
- f. Haga que se refieran al diagrama de *Cono de abatimiento*. Explíquenes que es consecuencia del agua que se extrae del pozo. Pídale que lo localicen en el *Cuadro de registro de datos de un pozo (corte transversal)*.
- g. Pídale ahora que se refieran al sistema simplificado de agua subterránea. ¿Cuáles son las posibles fuentes de agua del acuífero confinado de su pozo? (Compare las respuestas con las del inciso 4e.)

### ▼ Cierre

Si tuvieran que perforar un pozo, ¿qué sitio considerarían los estudiantes como el más favorable a partir del *Cuadro de registro de datos de un pozo (corte transversal)*.

Los estudiantes pueden interesarse en aprender sobre las formaciones rocosas que

#### • NIVEL FREÁTICO:

Parte superior de un acuífero confinado; indica el nivel por debajo del cual el suelo y la roca están saturados con agua.

#### • ACUÍFERO CONFINADO:

Acuífero limitado por arriba y por abajo por capas no permeables, mismas que trasmitan el agua de forma significativamente más lenta que el acuífero no confinado. Cuando mediante un pozo se extrae agua de un acuífero confinado, esta brota por encima del nivel de este, e incluso de la superficie del terreno, porque el acuífero se encuentra bajo presión. También recibe el nombre de acuífero artesiano.

#### • ACUÍFERO NO CONFINADO:

Acuífero en el cual el límite superior es la parte alta del nivel freático.

#### • CAPA PERMEABLE:

Porción de acuífero que contiene material rocoso poroso, el cual permite al agua penetrarlo libremente.

#### • CAPA IMPERMEABLE:

Porción de acuífero de material rocoso que impide el paso del agua; con frecuencia forma la base de acuíferos no confinados y los límites de acuíferos confinados.

#### • ZONA DE SATURACIÓN:

Parte de una formación que contiene agua, en la cual todos los espacios (entre las partículas del suelo y las estructuras rocosas) están llenos de este líquido.

#### • ZONA DE AEREACIÓN:

Parte de un acuífero no confinado, encima de su nivel freático, donde los poros de las partículas de tierra y de las formaciones rocosas están llenos de aire.

hay bajo su comunidad. Las oficinas de agua de la ciudad podrían proporcionarles un corte geológico transversal de la propia ciudad o de la región, y ellos intentar interpretar los mapas.

### Evaluación

Haga que los estudiantes:

- Comparen los desplazamientos del agua a través de los diversos sustratos (*Parte I*).
- Elaboren un registro de pozo (*Parte III, Pasos 2 y 3*).
- Analicen los posibles efectos en el agua subterránea, con base en las interpretaciones de los registros de pozo (*Parte III, Pasos 4 y 5*).
- Identifiquen las partes de un sistema de agua subterránea (*Parte III, Paso 5*).
- Determinen cuándo se requieren datos complementarios para obtener conclusiones válidas (*Parte III, Pasos 4 y 5*).

### Extensiones

Para demostrar la eliminación de sedimentos y materiales que

lleva el agua superficial durante su filtración, pida a cuatro estudiantes que representen moléculas del líquido y que se peguen ligeramente globos al cuerpo. Estos representan los materiales captados por las moléculas de agua mientras se desplazan por la superficie del suelo. Haga que varios estudiantes, puestos de pie y codo con codo para formar la superficie de la tierra, representen por su parte las partículas del suelo. Mientras las "moléculas de agua" pasan a través de la "tierra", los globos se "eliminan" (por la proximidad de los estudiantes). Esta acción representa cómo el suelo filtra los sedimentos y detritus que lleva el agua.

Haga que cada molécula de agua se frote un poco de harina en los brazos. La harina representa los materiales pequeños, pero visibles, que aún puede llevar el agua mientras se desplaza al fondo desde la superficie y se vuelve, así, parte del agua subterránea. Los estudiantes

que representaron las partículas del suelo son ahora partículas de rocas, y se ponen de pie uno junto al otro para representar los distintos tipos de material rocoso (grava, arena y arcilla). Mientras las moléculas de agua lo atraviesan, algunos de los que tienen harina se frotan contra él. Aunque la filtración a través de las rocas elimina algo de material, otra parte es aún retenida por las moléculas de agua.

Aunque el aspecto del agua sea bueno y tenga un sabor agradable, esté fresca y no huela a nada, no necesariamente es potable. Los especialistas en calidad del agua saben que aun así puede tener contaminantes inodoros, incoloros e insabores. Ello se detecta mediante pruebas: se toma y analiza una muestra de agua para buscar contaminantes específicos (bacterias, nitratos, arsénico, etcétera).

Asigne a la mitad de los estudiantes para que sean moléculas de agua y el resto partículas de roca. Corte papel en pedacitos, y en cada uno escriba una de las siguientes palabras: bacteria, nitrato, arsénico, plomo, etc. Distribuya secretamente estos pedazos de papel a cerca de la mitad de quienes representan las moléculas de agua; pídale que los escondan en sus bolsillos. Haga que las moléculas de agua se desplacen entre los estudiantes parados unos junto a los otros, que por su parte representen a las partículas de roca.

Después de que hayan pasado todos, pregúntele (salvo a las moléculas de agua "contaminadas"): ¿Creen que el agua que acaba de filtrarse por la roca está limpia? Es decir, ¿estarían dispuestos a beberla? Probablemente contestarán que sí. Haga que las moléculas

"contaminadas" muestren los contaminantes de sus bolsillos. Recuerde a los estudiantes que aunque el agua "parezca" limpia, todavía puede llevar contaminantes que sólo pueden detectarse mediante pruebas de laboratorio.

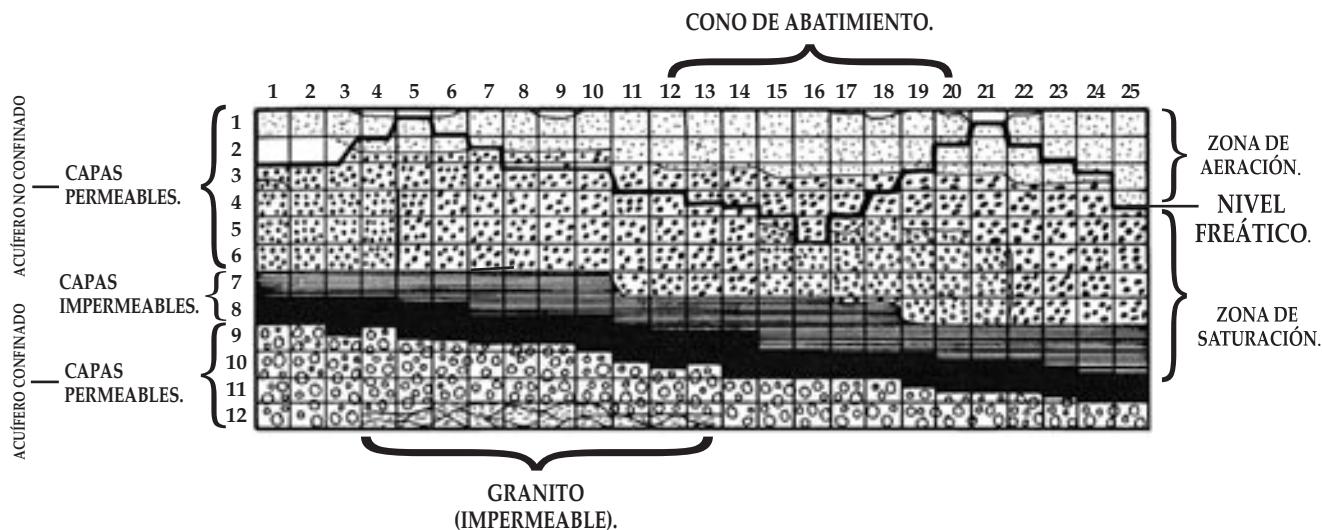
### Otros recursos

Aparicio, Javier, *Fundamentos de hidrología de superficie*, Editorial Limusa, México, 2001.

Modelo de agua subterránea. Muestra los principios básicos del agua subterránea. Existen varios modelos en el mercado, por ejemplo:  
<http://store.projectwet.org>  
[www.uwsp.edu/stuorg/awra](http://www.uwsp.edu/stuorg/awra)  
<http://groundwater.unl.edu>

Rodarte, Leopoldo, *Hidrología subterránea*, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua/Colegio de Postgraduados, México, 1998.

## CUADRO DE REGISTRO DE DATOS DE UN POZO (CORTE TRANSVERSAL)



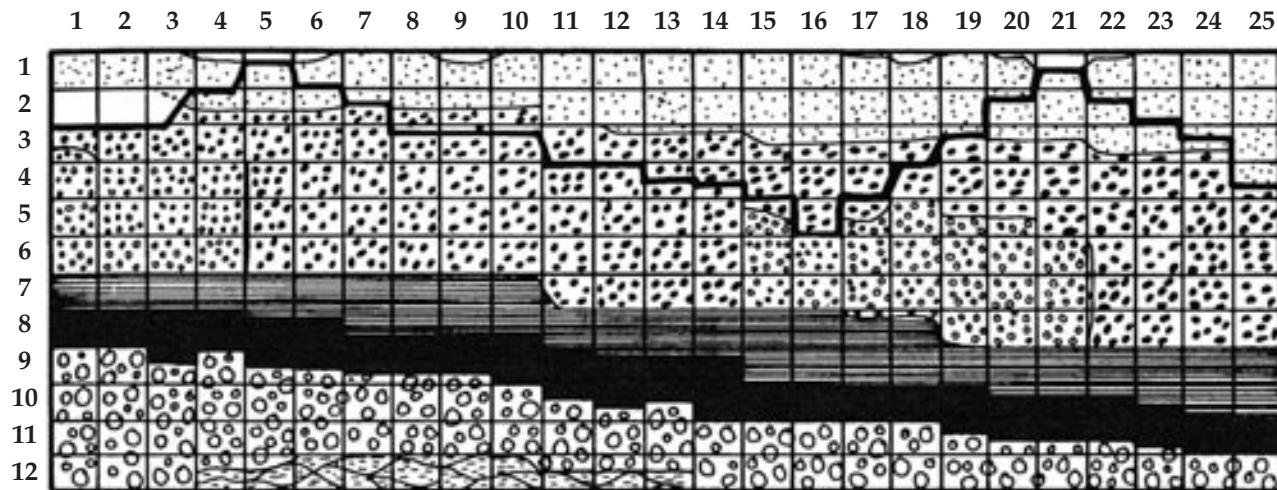
# Cuadro de registro de datos de pozos.

(Cifras en centímetros.)

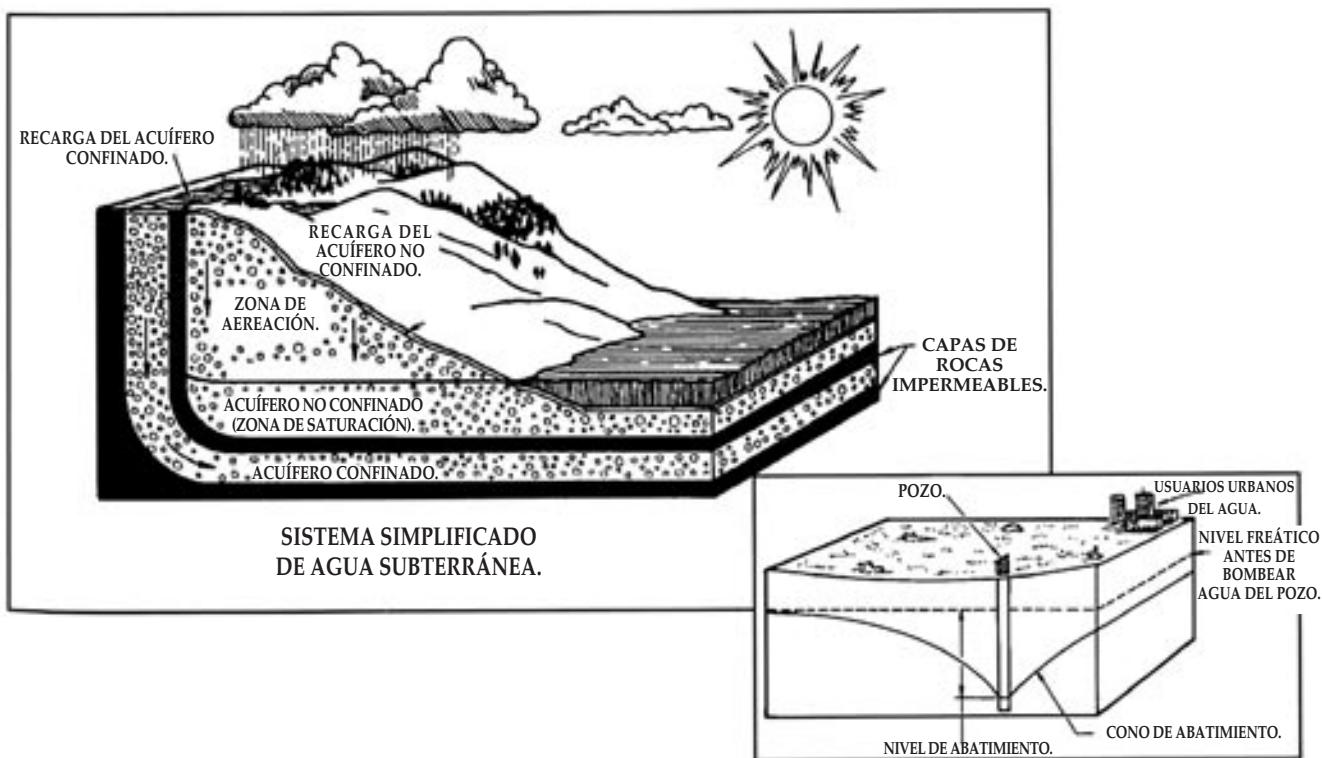
No. pozo y uso del suelo	Nivel freático	Arena fina	Arena mediana	Arena gruesa	Arenisca	Capa de arcilla	Grava	Granito
1. Agricola	5.0	0.0-2.5	2.5-6.0	6.0-15.0	15.0-17.5	17.5-20.0	20.0-30.0	---
2. Agricola	5.0	0.0-2.5	2.5-7.5	7.5-15.0	15.0-17.5	17.5-20.0	20.0-30.0	---
3. Agricola	5.0	0.0-3.0	3.0-7.5	7.5-15.0	15.0-17.5	17.5-21.0	21.0-30.0	---
4. Humedales	2.5	0.5-4.0	3.0-7.5	7.5-15.0	15.0-17.5	17.5-20.5	20.5-29.0	29.0-30.0
5. Humedales	0.5	1.0-4.0	3.0-15.0	---	15.0-18.0	18.0-20.5	20.5-29.0	29.0-30.0
6. Humedales	2.5	0.5-4.5	4.5-15.0	---	15.0-18.0	18.0-21.0	21.0-27.5	27.5-30.0
7. Agricola	4.5	0.0-4.5	4.5-15.0	---	15.0-19.5	19.5-22.0	22.0-27.5	27.5-30.0
8. Agricola	6.0	0.0-4.5	4.5-15.0	---	15.0-19.5	19.5-22.0	22.0-27.5	27.5-30.0
9. Relleno sanitario	6.0	2.0-4.5	4.5-15.0	---	15.0-19.5	19.5-22.0	22.0-27.5	27.5-30.0
10. Industrial	6.0	0.0-4.5	4.5-15.0	---	15.0-19.5	19.5-22.5	22.5-27.5	27.5-30.0
11. Industrial	7.5	0.0-5.0	5.0-17.5	---	17.5-20.0	20.0-23.0	23.0-29.0	29.0-30.0
12. Uso urbano	7.5	0.0-5.5	5.5-17.5	---	17.5-20.5	20.5-24.0	24.0-29.0	29.0-30.0
13. Uso urbano	9.0	0.0-5.5	5.5-17.5	---	17.5-20.5	20.5-24.0	24.0-29.0	29.0-30.0
14. Uso urbano	9.5	0.0-5.5	5.5-17.5	---	17.5-21.0	21.0-24.5	24.5-29.0	29.0-30.0
15. Uso urbano	10.0	0.0-7.0	7.0-11.0	11.0-17.5	17.5-22.5	22.5-24.5	24.5-30.0	---
16. Uso urbano	12.5	0.0-7.0	7.0-11.0	11.0-17.5	17.5-22.5	22.5-24.5	24.5-30.0	---
17. Agricola	10.0	0.0-7.0	7.0-11.0	11.0-19.0	19.0-22.5	22.5-26.0	25.0-30.0	---
18. Planta tratadora	7.5	0.5-6.0	6.0-10.0	10.0-19.0	19.0-22.5	22.5-26.0	25.0-30.0	---
19. Agricola	6.0	0.0-6.5	6.5-11.0	11.0-20.0	20.0-22.5	22.5-26.5	25.5-30.0	---
20. Rio	4.0	0.5-6.0	6.0-11.0	11.0-20.0	20.0-23.0	23.0-26.0	26.0-30.0	---
21. Rio	1.0	2.5-6.0	6.0-12.5	12.5-20.0	20.0-23.0	23.0-26.0	26.0-30.0	---
22. Rio	4.0	0.5-7.5	4.0-20.0	---	20.0-23.0	23.0-26.0	26.0-30.0	---
23. Parque nacional	5.0	0.0-7.5	4.0-20.0	---	20.0-24.0	24.0-27.0	27.0-30.0	---
24. Parque nacional	8.0	0.0-7.0	7.0-20.0	---	20.0-24.5	24.5-27.5	27.5-30.0	---
25. Parque nacional	9.5	0.0-7.5	7.5-20.0	---	20.0-25.0	25.0-28.0	28.0-30.0	---

# Hoja de agua subterránea del estudiante

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

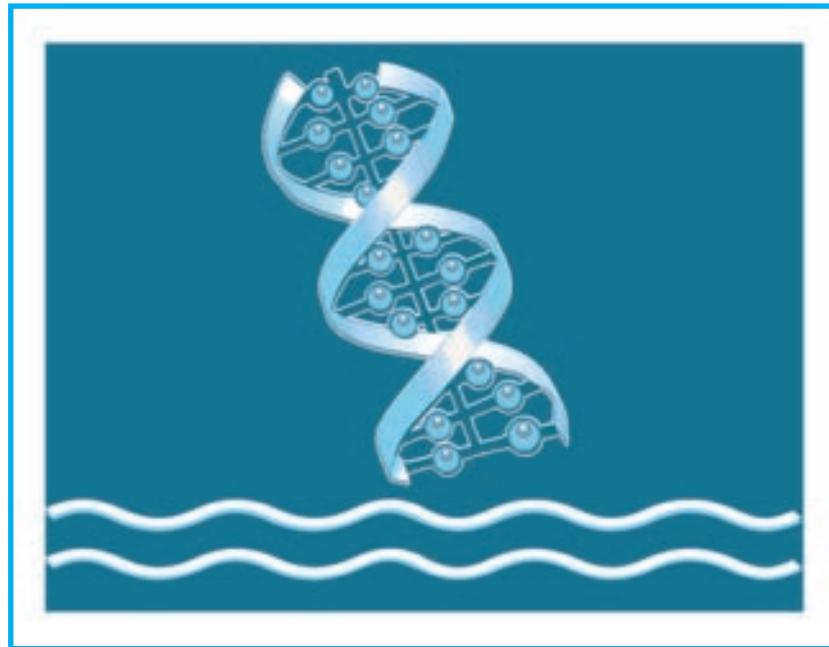


Cuadro de registro de datos de un pozo (corte transversal).



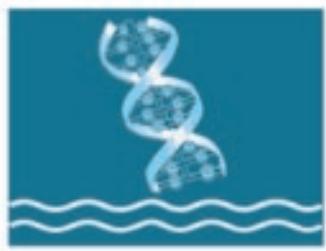
# Eje temático II

*Agua, vida y salud*





# Agua segura



■ **Edad recomendada:**  
De 5 a 7 años.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Matemáticas, Idioma (Español), Educación Artística.

■ **Duración:**  
De una a tres semanas.

■ **Lugar:**  
Salón de clases.

■ **Habilidades:**  
Recopilación, análisis, interpretación, y síntesis de información; evaluación y producción (diseñar y comunicar).

■ **Propuestas relacionadas:**  
“Cocinamos en el jardín” aborda la importancia del agua para la higiene y la alimentación; “No más dolor de panza” y “Superdetectives” tratan sobre las enfermedades hidrotransmitidas. “Agua para todos” aborda la cantidad y calidad del agua y cuenta con una versión para preescolar.

■ **Vocabulario:**  
Almacenamiento, conservación y contaminación del agua, prevención de enfermedades, mensaje.

Propuesta adaptada de:  
Programa regional  
Agua y Educación

*¿Sabes de dónde viene el agua que usas diariamente? ¿Sabes dónde se almacena? ¿Cómo se contamina el agua?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes observarán y discutirán acerca del modo en que se almacena y conserva el agua que consumen en el hogar y en el jardín de niños, de cómo se puede contaminar la misma, que enfermedades puede transmitir y como prevenirlas. Todo ello mediante una exploración activa y sistemática que lleve a la búsqueda, obtención y síntesis de la información obtenida; el establecimiento de relaciones; la participación activa en la resolución de problemas y la valoración en el intercambio de ideas. Con la información obtenida, los estudiantes elaborarán un cartel o lámina para contar a otros acerca de la forma en que se puede contaminar el agua en su lugar de almacenamiento y los riesgos para la salud.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Observarán, investigarán y reconocerán formas de contaminación del agua y ayudarán a difundir sus consecuencias para la salud.
- Usarán y consultarán diferentes materiales gráficos o visuales, para buscar información relacionada con el tema.
- Utilizarán la lengua oral y escrita como instrumento de planeación, registro, interpretación y comunicación.
- Expresarán ideas y fijar acuerdos para establecer relaciones espaciales entre los elementos que componen el cartel o lámina.
- Expresarán ideas y establecerán acuerdos para

la producción escrita del mensaje.

- Desarrollarán una mayor concientización sobre el valor y uso del agua.

## Materiales

- **Lámina 1** (ver Anexos al final de la guía).
- Enciclopedias, videos o revistas que traten sobre la contaminación del agua.
- Papel afiche o cartulina, lápiz, goma de borrar, témpera, pinceles, otros.

## Conecciones

Por ser la contaminación un tema muy complejo, la finalidad de este proyecto es iniciar a los estudiantes más pequeños en el conocimiento de algunos factores que inciden en la calidad del agua destinada al consumo humano, y a las acciones que cada uno puede desarrollar para la preservación de la misma, evitando su deterioro. Cuando los estudiantes observen y describan la lámina anexa, no sólo expresarán las ideas que tienen en relación al contenido abordado, sino que también podrán identificar con mayor claridad los factores y acciones que puedan causar la contaminación del agua para que luego puedan investigar más acerca de ellos y compartir su conocimiento plasmándolo en un cartel o lámina.



## Antecedentes

En términos simples se entiende como agua segura aquella que es apta para el consumo humano. Para ello debe poseer una cierta calidad que indique que está libre de elementos que la contaminen y la conviertan en un vehículo para la transmisión de enfermedades. Cabe mencionarse en esta dirección lo señalado por el Consejo Mundial del Agua: "El derecho humano al agua concede a cada uno derecho a una cantidad de agua suficiente, segura, aceptable, físicamente accesible y a un costo razonable para uso personal y doméstico. Una adecuada cantidad de agua segura es necesaria para prevenir la muerte por deshidratación, reducir el riesgo de enfermedades relacionadas con el agua y para satisfacer los requerimientos de consumo, preparación de alimentos e higiene personal y doméstica." Comentario General 15, CESR, 2002, [www.worldwatercouncil.org](http://www.worldwatercouncil.org)).

## Procedimiento

### Introducción

Pida a sus estudiantes que describan la escena de la *Lámina 1* (Ver Anexos al final de la guía). A fin de identificar similitudes y diferencias entre la ilustración y la situación del lugar donde viven, oriente la atención hacia las diferentes situaciones en las que se usa el agua, favoreciendo el intercambio de opiniones a través de preguntas tales como: ¿Para qué usan el agua las personas que están en la lámina? ¿De dónde la extraen? Debe tener en cuenta que en la lámina se han representado diferentes medios de extracción y almacenamiento (bomba manual, red de agua potable, recipientes en general, tanques); por lo tanto, si los estudiantes no reconocen alguno de ellos, podrá nombrarlos y explicarlos. A continuación pregunte: ¿Para qué usan el agua? Luego indague si saben de dónde se obtiene el agua y cómo llega hasta su escuela. Puede explicar en ese momento el recorrido

del agua, desde el lugar en que es captada hasta el hogar y la escuela.

Mientras se observa la lámina, averigüe los conocimientos previos a través de preguntas como: ¿Se puede tomar el agua de un charco? ¿Se puede tomar el agua de la lluvia? ¿Por qué? (Pida siempre que justifiquen la respuesta). Pueden surgir aquí frases tales como "Agua potable", "Agua contaminada", otras; por lo tanto, indague los conocimientos que los estudiantes tienen al respecto ¿Qué significa contaminar? ¿Saben cómo se contamina el agua? ¿Qué significa "agua potable, agua segura"? Dependiendo de las respuestas, podrá brindar una explicación sencilla para consolidar o ampliar conocimientos, explicar el significado de ciertos términos, así como también sobre las enfermedades que pueden resultar del consumo del agua no potable. Puede comenzar a darle forma al proyecto a través de la propuesta de buscar información con ayuda de la familia en revistas, libros, fotos, videos, etc., acerca de los distintos elementos que contaminan el agua, así como de las enfermedades de origen hídrico. Al día siguiente se podrá retomar la conversación, empleando para ello el material

aportado, buscando similitudes y diferencias con la lámina. Pregunte a los estudiantes si creen que sus amigos, familiares, etc., saben de este tema. Proponga a sus alumnos: ¿Hacemos un cartel para contarle a otras personas cómo se contamina el agua?

## ▼ Dinámica

### 1. Acuerdos iniciales:

- Establezcan pautas que les permitan indagar cómo se conserva el agua en la escuela o jardín de infantes.
- Identifiquen medios que informen y amplíen los conocimientos sobre la contaminación y la preservación del agua.
- Organice los grupos de trabajo para el desarrollo de la investigación y preparación del medio de difusión.

### 2. Investigación

- Bibliográfica: lectura e identificación de formas de contaminación del agua en enciclopedias, revistas, etc. Preparación de un registro en el cual se sintetizan los resultados de las investigaciones.
- Fuentes de agua: averiguar cómo se abastece de agua el jardín de niños, dónde se almacena la misma y qué medidas preventivas se



Nunca debes beber agua contaminada, puede provocar graves enfermedades.

- adoptan para su conservación.
- Cartel: recolectar carteles e identificar sus características específicas (formato, tipos de letra empleadas, imágenes, etc..)

### 3. Desarrollo de encuestas y entrevistas

- Justificación: permitirán indagar sobre el comportamiento de otras personas en relación con la responsabilidad que cada quien tiene en el cuidado del ambiente, y averiguar las pautas que se utilizan en la escuela para la conservación del agua.
- Planeación: elaboración de encuestas y entrevistas a personas internas y externas a la escuela o jardín de niños, seleccionando las preguntas a incorporar, y preparando un registro de personas a ser entrevistadas.
- Procesamiento de la información: actividad destinada al análisis de las encuestas y entrevistas, así como a la preparación del registro de síntesis.

### 4. Elaboración del cartel

- Diseño: identificación del contenido del mensaje a difundir, haciendo énfasis en los peligros que representa la ingestión del agua contaminada sobre la salud.
- Elaboración: producción realizada por los diversos grupos.

### Guía de preguntas durante el desarrollo del proyecto

Durante el momento de los acuerdos iniciales: ¿De dónde viene el agua que consumen? ¿Dónde se almacena? ¿Qué significa contaminar? ¿Cómo lo saben? ¿Podemos averiguar más sobre la contaminación del agua? ¿Dónde? ¿Qué significa "Agua potable"? ¿Qué enfermedades puede causar el consumo de agua no potable? ¿Conocen a alguien que se haya

enfermado por consumir agua no potable? ¿El agua que bebemos en la escuela o jardín de niños será potable? ¿Cómo podemos averiguarlo? ¿Cómo podemos conservar el agua que tomamos?

Para la interpretación de la lectura bibliográfica: ¿Qué se dice en el libro acerca del agua contaminada? ¿Qué enfermedades puede causar el consumo de agua no potable? ¿Cómo podemos conservar el agua que tomamos? (u otras que se desprendan de la lectura) ¿Cómo podemos registrar esta información? ¿Quién lo quiere hacer?

Para la elaboración de las entrevistas y encuestas: ¿A quien tendríamos que preguntarle sobre cómo se almacena el agua en la escuela? ¿Qué le vamos a preguntar? ¿Qué deberíamos hacer para no olvidarnos las respuestas?

Para la elaboración del afiche: Las preguntas deben estar dirigidas a precisar los componentes gráficos (escritura, dibujos, fotografías, etc.) con los que contará el cartel o afiche como así también la significatividad y adecuación textual del mensaje, por ejemplo ¿Qué vamos a decir? ¿Quién lo va a escribir? ¿Qué dibujo van a hacer? ¿Con qué color lo van a pintar?

### ▼ Cierre

Los estudiantes expondrán sus trabajos y para ello deberán seleccionar el lugar y el tiempo en los cuales el cartel o los carteles estarán expuestos. Se dejará un registro de firmas para que los visitantes (familiares, vecinos, otros miembros de la comunidad) puedan expresar sus comentarios en torno al mensaje transmitido mediante el cartel.

### Evaluación

Se sugiere la observación del desempeño dentro de los grupos, llevando un registro propio sobre los conocimientos que cada uno adquiere, en el grado

de compromiso en el desarrollo de las encuestas, y por medio de situaciones concretas durante la elaboración del cartel que servirá para la exposición final del proyecto.

### Extensiones

Si bien la propuesta docente que se ha sugerido es la elaboración de un cartel, se podrían proponer otros medios de difusión.

Por ejemplo, transmitir los conocimientos adquiridos mediante programas locales de radio, o a través de visitas a otras instituciones (sociedades de fomento, negocios, cooperativas), para lograr una nueva forma de inserción de la escuela en la comunidad.

Se puede trabajar con todos los estudiantes, o bien organizar pequeños grupos de investigación con ayuda de los padres. Por ejemplo: un grupo se dedica a leer y extraer conclusiones acerca del agua contaminada y las consecuencias para la salud; otro indaga sobre el agua potable; otro investiga la forma en que se almacena el agua en la escuela o jardín de niños, y otro diseña las características específicas del cartel. Siempre se debe finalizar con instancias de socialización de la información investigada, de manera tal que todos los estudiantes se acerquen directa o indirectamente al conocimiento de ese objeto de estudio.

### Otros recursos

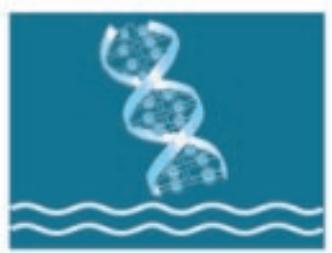
Murani, Bruno, *Diseño y comunicación visual*, Gustavo Gili, Barcelona, s/f.

Bonni, Peter, *Lenguaje visual: el medio oculto de comunicación*, México, s/f.

Programa Derecho al Agua, Consejo Mundial del Agua, [www.worldwatercouncil.org](http://www.worldwatercouncil.org)

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, multimedia *Protejamos el Agua*, [www.unicef.org/voy/spanish/explore/wes/explore\\_1818.html](http://www.unicef.org/voy/spanish/explore/wes/explore_1818.html)

# Alcanzando tus límites



■ **Edad recomendada:**  
De 10 años en adelante.

■ **Disciplinas:**  
Medio Ambiente, Civismo,  
Salud, Matemáticas.

■ **Duración:**  
Preparación:  
30 minutos.  
  
Dinámica:  
50 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases o lugar  
cerrado.

■ **Habilidades:**  
Psicomotricidad,  
organización, análisis,  
interpretación.

■ **Propuestas relacionadas:**  
La forma en que los  
contaminantes ingresan en los  
cuerpos de agua se presenta  
en la dinámica "Suma de  
las partes". Los estudiantes  
aprenden la forma en que el  
agua entra en sus escuelas  
u hogares y sale de ellos en  
"¿Cocinamos el viernes?"; en  
"Medio tiempo en la final" se  
habla de la insuficiencia de  
las plantas de tratamiento de  
aguas residuales.

■ **Vocabulario:**  
Estándar de calidad del agua,  
partes por millón, planta  
potabilizadora.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Te gustaría ser escogido entre un millón de personas?*

## ▼ Resumen

Mediante un juego de "limbo", los estudiantes experimentan el esfuerzo que significa cumplir con las normas de calidad del agua potable.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Describirán la relación que hay entre la calidad del agua y su potabilización.
- Harán conciencia sobre la proporción de uno a un millón.

## Materiales

- Cuatro vasos de precipitado de 100 o 250 mililitros.
- Agua mezclada con colorante azul para alimentos.
- Agua limpia.
- Probeta o pipeta graduada de 10 mililitros.
- Tarjetas índice de 8x12 centímetros.
- Varas ligeras de madera o metal, palos de escoba o metros de madera o metal.
- Regla de 30 centímetros.

## Conexiones

La mayor parte de los estudiantes sabe que el agua provista por la alcaldía o ayuntamiento ha sido potabilizada. Se establecen estándares para asegurar que el agua sea potable. Es posible que los estudiantes hayan experimentado el cumplimiento de estándares, como, por ejemplo, cuando el padre o la madre tienen la esperanza de que su habitación esté limpia. Los estudiantes pueden relacionar la energía empleada en la limpieza de un cuarto en desorden con la que se usa para asear uno ordenado. La simulación de la cantidad de energía que el agua contaminada requiere para su depuración, a fin de cumplir ciertos estándares, revela que es mayor a la requerida

por el agua limpia, y ayuda a que los estudiantes aprecien la importancia de mantener limpios los abastos del recurso hídrico.

## Antecedentes

Las autoridades centrales y regionales encargadas de la administración del agua, determinan las normas de calidad del agua.

Estas organizaciones, las de salud y otras unidades locales de gobierno, son responsables de evaluar la calidad del agua, fijar estándares aceptables o seguros de su calidad de potable, registrar los cambios y recomendar prácticas para la mejoría de la calidad del agua superficial (arroyos, ríos y lagos) y de las fuentes subterráneas (acuíferos).

Los estándares de calidad del agua se establecen con base en la suposición de que el agua para beber con concentraciones de compuestos orgánicos o inorgánicos por encima de un límite señalado podrían causar problemas de salud. Los científicos miden y registran los contaminantes del agua en partes por millón (ppm), partes por billón (ppb) y partes por trillón (ppt). Aunque estas parecen ser concentraciones extremadamente pequeñas, la toxicidad de muchas sustancias químicas puede causar problemas de salud por encima de estos niveles. Las personas pueden detectar, mediante el olfato, productos de petróleo disueltos en el agua a concentraciones tan bajas como de diez partes por billón.

Potabilizar el agua implica filtrarla, a fin de que los sedimentos se separen, y agregarle un desinfectante (como el cloro) para matar las bacterias y otros gérmenes patógenos. Las fuentes del agua



Planta potabilizadora Los Berros, Estado de México.

para las plantas potabilizadoras incluyen reservorios, ríos, agua subterránea, etcétera.

En ocasiones se le agregan sustancias químicas, de manera que también cambia la vida animal y vegetal contenida en ella. La mayoría de las especies de peces y animales de vida silvestre poseen un rango de tolerancia dentro del cual pueden sobrevivir. Este podría ser un cierto límite de temperatura, el nivel del oxígeno disuelto en ella, su pH o su disponibilidad de alimentos. Por ejemplo, si un pez está adaptado a vivir en un arroyo poco profundo, de aguas frías y transparentes, y se alimenta de insectos, las alteraciones que afecten estas características del arroyo afectarán la supervivencia del pez.

Se establecen normas para la calidad de los diversos cuerpos de agua a fin de prevenir la muerte de los peces, así como el deterioro de su crecimiento o reproducción. Se establecen otras normas para evitar la acumulación de sustancias químicas en el tejido de los peces, que podría constituir un peligro para la salud de los seres

humanos que los consumen.

### Procedimiento

#### ▼ Introducción

Muestre a los estudiantes un vaso de agua. Pregúnteleles cómo sabrían si es potable. Pídaleles que elaboren una lista de las cosas que les gustaría saber sobre el agua antes de beberla. ¿Por qué razón beberían agua de la llave, pero probablemente no lo harían de un arroyo de montaña?

Mida con cuidado 100 ml de agua coloreada de azul. Diga a los estudiantes que esto representa una contaminación. Pregúnteleles si les gustaría beberla. Tome 10 ml de esta agua y viértala en 90 ml de agua limpia. Calcule la concentración (una parte por 10) ¿La beberían? ¿Y qué harían si tuvieran sed? Tome 10 ml de esta solución diluida y colóquela en 90 ml de agua. ¿Cuál es la concentración del contaminante? (una parte por 100). ¿La beberían ahora? ¿Qué sucedería si estuvieran en el desierto? Diluya el contaminante una vez más, 10 ml a 90 ml de agua limpia. Ahora, ¿cuál es la concentración? (una parte por 1,000). Indíqueles que esta medición recibe el nombre

de partes por mil. Repita la operación tres veces, hasta que la solución llegue a ser de partes por millón. ¿Beberían ahora el agua contaminada?

Recuerde a los estudiantes que aunque la dilución es un método para reducir la concentración de un contaminante en una muestra, para asegurar que el agua sea potable son necesarias otras formas de tratamiento.

#### ▼ Dinámica

1. Explique las razones por las cuales se potabiliza el agua. Como la eliminación de todas las sustancias químicas es poco práctica desde el punto de vista económico, explique que el gobierno fija normas para definir qué tanto contaminante es permisible en el agua. Con frecuencia estas cantidades se fijan en partes por millón o partes por billón. Por ejemplo, sólo se permiten cinco mililitros de cierto contaminante por un millón de mililitros de agua (5 ppm). Para dar a los estudiantes una idea de lo que es esta cantidad, recuérdelos la demostración presentada en la *Introducción* y presente el

siguiente ejemplo. Pídale que imaginen una línea formada por un millón de automóviles blancos. Si cinco fueran de color azul, representarían cinco automóviles por millón, o cinco partes por millón. Pida a los estudiantes que den otros ejemplos que ilustren el concepto de cinco partes por millón.

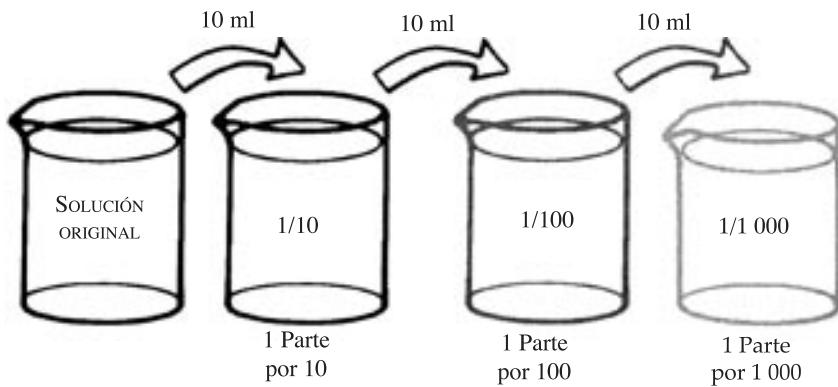
**2. Dé a los estudiantes un ejemplo de una norma para la clase.** Pídale que cuenten cuántos de ellos usan lentes, en comparación con el número total de los que componen la clase. Si seis de 25 usan lentes, la concentración de estudiantes con lentes sería de seis partes por 25.

¿Qué pensarían los estudiantes si se fijara una norma que limitara el número de pantalones vaqueros azules que pudieran vestirse en la clase? Usted podría fijar una norma sobre los que usan lentes; es decir, la concentración respectiva en un solo día podría ser no mayor de seis. Para cubrir esta norma más bien absurda, sus estudiantes tendrían que crear un sistema para asegurar que la norma no será violada.

**3. Explique a los estudiantes que esta analogía se relaciona con las normas de calidad del agua.** El gobierno fija normas para un rango amplio de parámetros biológicos y químicos. El departamento de agua de la ciudad intenta cumplirlas localizando agua tan pura como sea posible en su fuente (agua subterránea, río o lago), y luego tratándola para cumplirlas o incluso excederlas.

**4. Platicue a los estudiantes que se empleará el juego del "carrizo" para demostrar cuánto esfuerzo se requiere para potabilizar agua según las normas.** La altura a la que se coloca la vara de carrizo representa la calidad del agua. Quienes puedan pasar por debajo de ella simbolizarán el agua potabilizada con éxito. Conforme disminuya la calidad

## Dilución del contaminante azul



del agua se bajará la vara y aumentará el esfuerzo requerido para cubrir las normas.

**5. Pida a los estudiantes que hagan una lluvia de ideas y proporcionen una lista de acciones que pueden desarrollar para mantener el agua limpia, y otra lista con cosas que acostumbren hacer las personas que contaminan el agua.** Copie cada punto de las listas en tarjetas índice, por separado. Mezcle las tarjetas y colóquelas hacia abajo. Póngalas sobre una mesa o escritorio, cerca de la vara de carrizo.

**6. Los estudiantes deben prepararse para jugar al carrizo haciendo algunos ejercicios de estiramiento.** Pídale que se formen, y coloque la vara en el punto medio (donde la mitad de ellos sean más altos y la otra mitad de más baja estatura). La mayoría de los estudiantes deberán poder pasar por debajo de la vara. Esto significa que se requiere poco esfuerzo para cumplir las normas de calidad del agua.

**7. Antes de que cada participante intente pasar por debajo de la vara, debe recoger una tarjeta y leerla para toda la clase.** Mueva la vara 7.5 cm hacia arriba si el mensaje de la tarjeta mejora la calidad del agua; y si la degrada, baje la vara 7.5 cm. La tarjeta deberá barajarse de nuevo.

**8. Pida a cada estudiante que intente pasar por debajo de la vara, al "estilo carrizo".** Cuando no puedan hacerlo, querrá decir que la planta potabilizadora está captando agua demasiado contaminada para mantener las normas para las que fue diseñada. Como los suministros públicos de agua potable requieren asegurar que el recurso tiene la calidad necesaria para el caso, deberán emprenderse acciones para cumplir estas normas. Las acciones podrían incluir la institución de un distinto método de potabilización, o encontrar otra fuente de agua. Desafortunadamente, muchas de las opciones a disposición de los abastecedores del recurso pueden ser costosas y tomar mucho tiempo. Además, podría no existir aún la tecnología necesaria para aplicarlas.

### ▼ Cierre

Discutan los resultados del juego. Pida a los estudiantes que describan sus sentimientos conforme la vara se bajaba a alturas por debajo de las cuales no podían maniobrar.

¿Qué pasaría si la planta de potabilización no alcanzara los estándares de calidad del agua? Haga una exposición sobre la contaminación del recurso y las enfermedades transmitidas por él. Pida a los estudiantes que se comuniquen con los

administradores de la planta potabilizadora de su comunidad, para enterarse de las normas que debe cumplir el agua que se distribuye.

### Evaluación

Pida a los estudiantes que:

- Escriban ejemplos ilustrativos del concepto de una parte por millón (*Paso 1*).
- Relacionen la calidad del agua con las presiones que se ejercen sobre las plantas potabilizadoras para que cumplan con las normas (*Cierre*). Y, para su evaluación, al término de la dinámica pídale que:
- Escriban una canción que hable sobre la importancia de proteger la calidad del agua.

### Extensiones

Para aumentar el desafío del juego y representar mejor los procesos de potabilización del agua, informe a los estudiantes que en las plantas potabilizadoras debe registrarse y tratarse para que quede dentro de los parámetros biológicos y químicos establecidos. Demuestre esto colocando una fila de varas a la altura media de la clase. Cada vara representa la presencia de un compuesto distinto en el agua (sodio, hierro, nitratos y plomo). El paso por debajo de la vara significa que la norma ha sido cumplida para esa sustancia química. No lograrlo significa que ha sido violada.

Para conocer la concentración de un compuesto que se encuentra en el agua (de origen o como resultado de actividades humanas), marque un conjunto de barajas como "igual", "más alto" (eleve la vara 7.5 cm) y "más bajo" (bájela 7.5 cm). Saque al azar una carta, para determinar la concentración básica; repita esto con cada vara. Pida a los estudiantes que intenten pasar



Estudiantes jugando Limbo

por debajo de la serie de varas.

Pueden jugarse varias rondas. Cada una de ellas se iniciará sacando cartas para ajustar la altura de cada vara. Es posible que los estudiantes quieran investigar la forma en que estas sustancias químicas llegaron a los suministros de agua.

En vez de plantas potabilizadoras, los estudiantes pueden representar animales y plantas acuáticas que tengan ciertos rangos de tolerancia. La vara de carrizo representa la calidad del agua. Si los estudiantes pueden pasar por debajo de ella, significará que los organismos pueden tolerar las condiciones. Si no es así, es que morirán o deben reubicarse.

Los estudiantes pueden obtener equipos específicos y verificar la calidad del agua potable de su escuela.

Visiten una planta potabilizadora. Pida a los estudiantes que comparan los procesos de potabilización y de tratamiento de aguas residuales

### Otros recursos

Cech, Thomas V., *Principles of water resources: history, development, management, and policy*, John Wiley & Sons, Inc., s/l, 2003.

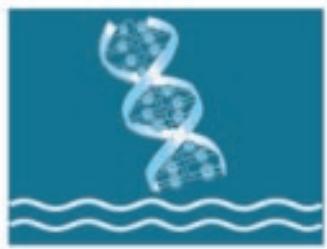
Levi, Clara, *Lo que se dice del agua*, Comisión Nacional del Agua, México, 2005.

Romero Rojas, Jairo Alberto, *Potabilización del agua*, incluye CD, Editorial Alfaomega, España, 2000.

IRC Centro Internacional de Agua Potable y Saneamiento, [www.es.irc.nl/](http://www.es.irc.nl/)

2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo (2006): "El agua, una responsabilidad compartida", [www.unesco.org/water/wwap/wwdr2/table\\_contents\\_es.shtml](http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr2/table_contents_es.shtml)

# Aquí hay algo turbio



■ **Edad recomendada:**  
De diez años en adelante.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias Naturales,  
Matemáticas.

■ **Duración:**  
Preparación:  
30 minutos.

Dinámica:  
50 minutos.

■ **Lugar:**  
Al aire libre o en un salón  
libre de muebles.

■ **Habilidades:**  
Interpretación,  
psicomotricidad,  
investigación, evaluación.

■ **Vocabulario:**  
Contaminación no puntual,  
erosión, escurrimiento,  
mejores prácticas de gestión,  
remediar, sedimento,  
turbiedad.

Propuesta adaptada de:  
Agua saludable,  
gente saludable

*"Tan claro como el agua." ¿Qué quiere decir?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes exploran el papel del sedimento en la turbiedad; comparan la turbiedad presente en el agua lodoso y ausente en el agua clara; simulan condiciones ambientales que causan erosión, e investigan maneras de reducir la erosión que ocasiona la turbiedad en diversos cuerpos de agua.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Explorarán la relación entre la erosión del suelo y la turbiedad del agua.
- Compararán el grado de turbiedad del agua lodoso y el del agua clara.
- Simularán las condiciones ambientales que ocasionan concentraciones elevadas de turbiedad en los ríos.
- Simularán los esfuerzos de restauración que reducen la turbiedad y la erosión.

## Materiales

- Una jarra transparente de un litro, con algo de piedras, grava, tierra, arena y agua.
- Copias de *Prueba de turbiedad, página del estudiante* (una por equipo).
- Materiales para la prueba de turbiedad.
- Tubos de ensayo de fondo plano (de preferencia) o vasos de precipitados de 10 ml, o vasos transparentes pequeños de vidrio (uno por equipo).
- Tierra fina (por ejemplo, limo) o leche. (Ver las cantidades para hacer agua turbia en *Introducción: Parte II, Preparación.*)
- Una muestra de agua clara (por ejemplo, y cuando menos, un litro de agua de la llave).
- Una muestra de agua superficial local, para comparación (por lo menos un litro).

- Opcional: un gotero, un filtro de café.
- Cuerda o cordón (aproximadamente 15 metros).
- 200 fichas u objetos similares (bellotas, cacahuates, cuentas, pelotas, etcétera).
- Lápices.
- Papel.

## Antecedentes

La erosión hace que aumente la cantidad de sedimento (partículas de tierra) en el agua. Este aumento de sedimento redundante en turbiedad. Así, el agua muy turbia tiene una apariencia sucia o lechosa. Toda el agua natural tiene cierta turbiedad, aunque en casos de aparente limpieza total sólo pueda observarse al microscopio.

La medición de la turbiedad, que proporciona una idea del volumen de materia suspendida presente en un cuerpo de agua en un momento dado, puede ser un indicador para determinar la calidad del agua. La materia suspendida puede ser cualquier cosa que esté suspendida en la columna de agua, desde arena, limo, arcilla, plancton, desperdicios industriales, materia fecal, plomo y asbestos, hasta bacterias, otras células y virus. Cierta materia suspendida se presenta de manera natural, mientras que otra es producto de actividades humanas.

Los organismos acuáticos son particularmente susceptibles a los efectos de una mayor cantidad de sedimentos y de turbiedad. Muchos peces necesitan del agua clara para detectar a sus presas.

Para sobrevivir, los macroinvertebrados, los huevos de los peces y las larvas necesitan de agua rica en oxígeno que circule a través de lechos de grava limpia. Los sedimentos pueden asfixiar a los huevos de los peces

y a los insectos acuáticos del fondo, y pueden incluso sofocar a las almejas y ostras, ya que éstas filtran el agua a través de sus cuerpos. El sedimento y algunas sustancias disueltas también reducen la penetración de la luz, lo cual inhibe la fotosíntesis de las plantas acuáticas.

El agua turbia, que absorbe más energía del sol, presenta mayor temperatura que el agua clara. Esto puede afectar severamente a los organismos acuáticos, muchos de los cuales están adaptados para sobrevivir dentro de estrechos márgenes de temperatura.

Los sedimentos y la turbiedad afectan también a las personas. Usualmente, el sedimento es uno de los contaminantes que se eliminan de entrada al purificarse las fuentes de agua, y uno de los pocos que afectan su calidad y que deben muestrearse diariamente. Los sólidos suspendidos pueden contener bacterias nocivas y pueden también reducir la eficacia de la cloración empleada para eliminarlas. Una alta densidad de turbiedad y sedimentos tiene también consecuencias de tipo económico. La producción industrial de artículos de uso diario, como el papel, los alimentos y los chips de computadora, requiere de agua libre de sedimentos y otros sólidos suspendidos.

Las fuentes naturales más comunes de materia suspendida son el sedimento deslavado por la erosión y los escurrimientos hacia los cuerpos de agua. El sedimento arrastrado por los escurrimientos constituye una de las formas de contaminación no puntual más común en ellos. La erosión provocada por el hombre se origina principalmente en actividades como la construcción de carreteras, la edificación, la agricultura, la tala de árboles y otras acciones que implican la eliminación o el trastorno de la

vegetación. La erosión natural y la resultante turbiedad del agua son un fenómeno común en algunas cuencas.

Muchos ríos transportan grandes cantidades de sedimentos debido a la naturaleza de las capas del suelo por las que pasan, a veces rocosas. Las capas de roca altamente erosionable, como la piedra caliza y la arenisca, se reconocen por los flujos turbios y lodosos de los ríos adyacentes.

Si bien la erosión y la turbiedad afectan negativamente a algunos organismos acuáticos, otros presentan adaptaciones que les permiten proliferar en aguas sumamente turbias. El pez espátula (*Polyodon spathula*) tiene un hocico largo y sensible que le permite encontrar alimento en el agua oscura y turbia, mientras que el pez gato (*Ictalurus punctatus*) tiene barbas en el hocico, que le sirven para lo mismo.

Si la erosión y el escurrimiento son las principales causas de la sedimentación en nuestros ríos, entonces, acciones como reducir el escurrimiento y mitigar la erosión son primordiales para mejorar la calidad del agua. A veces, la erosión causada por el hombre

puede manejarse para reducir la turbiedad de los ríos. La manera más simple es mantener o plantar vegetación en las orillas, en forma de franjas amortiguadoras que capturen los sedimentos antes de que lleguen al cauce.

Las plantas reducen la velocidad del agua que escurre sobre la superficie de la Tierra. Cuando la velocidad del escurrimiento se reduce, se reduce también la erosión. Las plantas hacen que el suelo se mantenga unido y no se deslave; también reducen la velocidad a la que caen al suelo las gotas de la lluvia. Cuando éstas caen al suelo sin ninguna obstrucción, forman un rápido escurrimiento que saca del suelo las partículas más finas hacia la superficie. Eventualmente, estas partículas crean una capa que impide al agua penetrar fácilmente en el suelo.

Las plantas ayudan a almacenar el agua, al añadir materia orgánica al suelo. A la larga, esta se descompone en humus, que es sumamente absorbente. Las hojas y los tallos que caen al suelo también reducen la velocidad del agua, dándole más tiempo para penetrar en él. Por último, las raíces también almacenan agua, al



Un arroyo saludable, con poca erosión y sedimentos debido a la cubierta vegetal de sus márgenes. Foto: Rita Vázquez del Mercado.

Mejores prácticas de gestión para reducir la erosión.	
Mejor práctica de gestión.	Explicación.
Zona de amortiguamiento.	Implica dejar una franja natural intacta, o "cinturón verde", alrededor del área erosionada.
Humedal artificial.	Humedales naturales modificados, o construidos, para el tratamiento de aguas contaminadas, mediante su propia vegetación.
Reducción de superficies impermeables.	La reducción de áreas pavimentadas reduce la velocidad del agua y la erosión.
Cubiertas orgánicas (de paja, hojarasca, estiércol, etc.), o plásticas. También se les llama acolchado o <i>mulching</i> .	Cubrir el suelo con ellos protege la superficie del mismo, reduce la velocidad de escurrimiento, incrementa la infiltración, reduce la pérdida de humedad del suelo y mejora la germinación de las semillas.
Enrocamiento.	Rocas colocadas a las márgenes de un río para proteger al suelo del contacto directo con los flujos erosivos.
Cerca de arena.	Cerca baja de madera levantada en dirección perpendicular a la del viento prevaleciente, previene la erosión de la arena por el viento.
Cuenco de sedimentos.	Presa baja de tierra enfrente de una vía de drenaje, para formar un estanque temporal de almacenamiento de sedimentos.
Cerca de limo.	Barrera permeable, diseñada para capturar el sedimento proveniente de áreas afectadas.
Barrera de pacas de paja.	Barrera de sedimentos temporal, formada por pacas de paja ancladas.
Árboles, arbustos, sarmientos o cubiertas de suelo.	Plantados u originales, pueden proporcionar una excelente y prolongada protección a largo plazo contra la erosión.
Estabilización vegetal de márgenes.	Plantación de árboles o arbustos en las márgenes, para estabilizarlas.

conducirla de la superficie hacia el interior del suelo.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

#### Parte I

En una jarra de un litro, ponga piedras, lodo, arena y tierra hasta un tercio de su capacidad. Añada agua hasta el tope. Agite el recipiente para revolver las rocas, el agua y la tierra hasta que el agua se vuelva lodosa. Muestre a los estudiantes el agua lodosa y pregúntele si pueden ver a través de ella. ¿Beberían de esta agua? ¿Por qué? ¿Cómo afecta el agua lodosa a los organismos acuáticos?

Conforme se asienta el lodo (o sedimento) en la jarra, las piedras más pesadas quedarán en el fondo, las más pequeñas sobre ellas y las partículas de tierra (parte menos pesada del sedimento) las cubrirán como un manto. Pida a los estudiantes que piensen en los posibles impactos de este sedimento que cubre a las piedras (por ejemplo, puede asfixiar los huevos de los peces, sofocar a insectos y plantas acuáticas, raer las agallas de los peces y herir a los moluscos). Muchos peces se han adaptado a vivir en aguas turbias, como el pez espátula y el pez gato. ¿Con qué adaptaciones cuentan estos peces, que les permiten proliferar en ellas?

Debido a que la turbiedad del agua afecta a los organismos vivos, los científicos han desarrollado una prueba para medirla. Explique a los estudiantes que harán una prueba de turbiedad relativa, utilizando materiales de uso común.

#### Parte II

**Preparación:** Antes de desarrollar esta parte, prepare una solución turbia (agua lodosa), utilizando tierra fina (limo) para que quede suspendida. Se puede preparar una solución turbia utilizando un poco de leche, que servirá para comparación; también puede usarse chocolate en polvo, o

sustituto de crema para café.

Haga con anticipación la prueba de turbiedad, según las instrucciones de la *Prueba de turbiedad, página del estudiante*, para asegurarse de que su solución no esté ni demasiado lodosa ni demasiado clara. Deberá pasar la prueba de los círculos de escala de grises D o E, con aproximadamente 2.5 cm de solución en el tubo o vaso. Si se utiliza lodo o tierra espesa, vierta la muestra a través de un filtro de café, para eliminar las partículas más grandes que pudieran asentarse y cubrir el fondo del tubo de ensayo, dando una lectura imprecisa. De ser posible, distribuya a los estudiantes la solución con un gotero, ya que esto garantizará que se están usando partículas suspendidas y no partículas pesadas.

1. Pida a los estudiantes que trabajen en equipos. Distribuya un tubo de ensayo o un vaso de laboratorio para jugo y una *Prueba de turbiedad, página del estudiante* a cada equipo.

2. Pídale que sigan los procedimientos de la *Prueba de turbiedad, página del estudiante*, registrando la letra que corresponda de su lectura de turbiedad relativa, así como su interpretación. Pídale que agiten continuamente sus muestras, para asegurarse de que el sedimento permanezca suspendido y no asentado en el fondo.

3. Repita la prueba de turbiedad con agua clara.

4. Repítala con la muestra de agua superficial local.

Pida a los estudiantes que comparan sus resultados.

¿Cuál puede ser la causa de las diferencias de turbiedad entre las soluciones?

### ▼ Dinámica

1. Antes de la actividad, delínea un área que simulará una ladera descubierta de aproximadamente 15 metros de ancho. Utilice una

cuerda para representar la orilla de un río que corre por las faldas de la colina.

2. **Espalza las fichas por toda el área.**

3. **Dívida a los estudiantes en cuatro equipos, y explíquoles que simularán la erosión del suelo, o los sedimentos, que conducen a una elevada turbiedad del río.**

4. **Pida a tres de los cuatro equipos de estudiantes que representen el agua.** El cuarto equipo servirá como registrador de datos en la primera parte de la dinámica, y representará plantas en la segunda.

5. **Pida a los estudiantes que representan el agua que formen una línea en la parte superior de la ladera, viendo hacia el río o área de juego.**

6. **Anuncie la llegada de una lluvia torrencial, que hará que los estudiantes que representan el agua bajen por la ladera.** Conforme vayan bajando, deberán recoger fichas, que representan el sedimento que el agua transporta conforme avanza colina abajo. Recuerde a los estudiantes que las gotas de agua no van de un lado a otro, sino que levantan del suelo sólo las partículas que encuentran a su paso.

7. **Los estudiantes siguen bajando la colina hasta que se congregan en el río, en las faldas de aquéllo. Aquí contarán el número de fichas (sedimentos) que llegaron al río.** El cuarto equipo registra el número de fichas que cada estudiante que representa agua trajo consigo y depositó en el río. (Opción: Pida a los estudiantes que elaboren gráficas de la cantidad de fichas de sedimento presentes en el río después de cada ronda.)

8. **Redistribuya las fichas por la ladera.**

9. **Desarrolle nuevamente la actividad, sólo que esta vez**

**instruya al cuarto equipo de estudiantes para que representen plantas crecidas aleatoriamente en la ladera.** Los estudiantes que las representen deberán pararse a lo largo y ancho de la colina, con los brazos extendidos para simular las raíces.

10. **Nuevamente, pida a los estudiantes que representan el agua que se paren codo con codo en la cima de la colina, mientras les anuncia la llegada de una lluvia torrencial, indicándoles además que procedan a bajar la colina.** Recogerán fichas conforme vayan bajándola. Sin embargo, cuando los estudiantes que representan el agua encuentren una planta (estudiante), deberán dar cinco vueltas a su alrededor, dando a entender que la planta reduce la velocidad del agua. Además, en cada vuelta que den a la planta deberán soltar una ficha, mostrando cómo las plantas retienen sedimentos en una ladera.

11. **Una vez que todas las gotas de agua hayan llegado al río, los estudiantes que las representan deberán contar sus fichas.** Las plantas deberán registrar el número de fichas que las gotas de agua llevaron hacia el río durante esta ronda de la dinámica. (Opción: lleve a cabo nuevamente la dinámica, pidiendo ahora a los estudiantes que coloquen estratégicamente las plantas para reducir de manera más eficaz el sedimento que baja al río. Pídale que investiguen sobre las medidas de control de la erosión y que añadan a esta dinámica vallas contra sedimentos y otras medidas de control de la erosión. Lleve a cabo varias rondas más, permitiendo a los estudiantes comparar los cúmulos de sedimento originados por diferentes configuraciones de plantas y medidas de control de la erosión.

### ▼ Cierre

Una vez que los estudiantes hayan completado la dinámica, comente con ellos los resultados:

¿Llegaron al río más partículas de tierra que cuando hubo vegetación? ¿En qué ronda habría mayor turbiedad en el río, con o sin la vegetación? ¿Por qué? ¿Cuáles son otras maneras de reducir la cantidad de sedimentos que llegan a un río? (Vallas contra sedimentos, plantación de árboles, etc.) ¿Por qué es importante que tratemos de reducir la erosión y los sedimentos de nuestros ríos?

## Evaluación

Pida a los estudiantes que:

- Exploren la relación entre la erosión del suelo y la turbiedad de los ríos (*Introducción, Parte I*).
- Comparen muestras de agua con alta y baja turbiedad (*Introducción, Parte II*).
- Cuantifiquen la turbiedad de muestras de agua mediante una prueba de turbiedad (*Introducción, Parte II*).
- Simulen condiciones ambientales que propician una alta turbiedad (*Pasos 1 a 7*).
- Comparen la cantidad de sedimentos transportados al río antes y después de las medidas de remediación (*Cierre*).

## Extensiones

Pida a los estudiantes que investiguen los rangos de turbiedad en los que pueden sobrevivir organismos acuáticos. ¿Son algunas especies más tolerantes que otras?

Póngase en contacto con instituciones o especialistas en suelos o en calidad del agua, para que les muestren los instrumentos con los que se mide la turbiedad. ¿Cuáles son algunos de los factores que contribuyen de manera natural o artificial a la turbiedad que han encontrado? ¿Cómo sugieren remediarlos?

Busque en el predio de su escuela, o en un parque local, evidencias de erosión. Discuta maneras como se la puede reducir o prevenir. Conjuntamente con las autoridades de la escuela o el parque, ayude a instrumentar medidas de control de la misma.

## Extensiones con el equipo de pruebas

Lleve a cabo la dinámica de la *Introducción, Parte II*, utilizando un tubo de turbiedad, un disco de Secchi, un turbidímetro u otro instrumento para registrar la

turbiedad durante el año en un río local. Compare estos resultados con las lecturas de la turbiedad anual de otros cuerpos de agua.

## Otros recursos

CEPIS; *Turbinef, turbidímetro de fácil construcción y bajo costo, Hojas de divulgación técnica, 3, dic., 1978, www.cepis.org.pe/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt003.html*

*Important Water Quality Factors, 2001, www.hach.com/h20u/h2wtrqual.htm*

Marcó, Leandro, et al., *Revista de higiene y sanidad ambiental, 4, s/1, 2004, www.cepis.org.pe/bvsacd/cd27/higsand7.pdf*

Organización Mundial de la Salud, *Guidelines for Drinking-water Quality, Tercera edición, 2004, www.who.int/es*

United States Environmental Protection Agency (EPA), *Guidance Manual for Compliance with the Interim Enhanced Surface Water Treatment Rule: Turbidity Provisions, 1999, www.epa.gov/safewater/mdbp/mdbptg.html*



La tala inmoderada, causa de una fuerte erosión en las cuencas. Foto: Oscar Alonso Barrón.

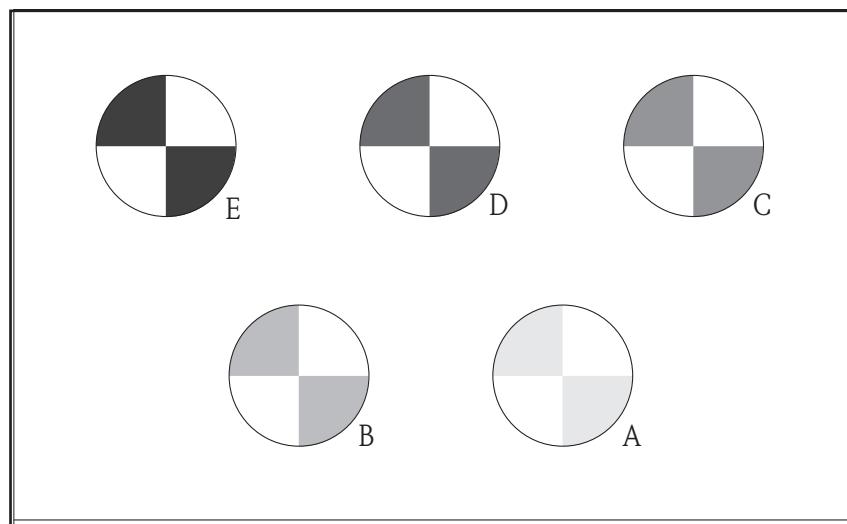
## Prueba de turbiedad

1. Llene el tubo de ensayo o vaso con la muestra. Agítelo continuamente, para asegurar que los sedimentos permanezcan suspendidos.

2. Coloque el tubo de ensayo o vaso sobre cada círculo, comenzando con el círculo (E). Mire hacia abajo a través del tubo de ensayo o vaso. Si puede distinguir entre las secciones oscuras y claras, vaya al siguiente círculo (D).

3. El primer círculo en el que no pueda distinguir entre las secciones oscuras y las claras constituirá su lectura de turbiedad.

4. Si puede distinguir entre las secciones oscuras y las claras en todos los círculos, entonces tiene agua clara, con poca turbiedad.



A – Poco efecto en animales y plantas acuáticos.

B – Menos luz llega a las plantas, la fotosíntesis disminuye.

C – La producción de algas y zooplancton disminuye.

D – La producción de insectos acuáticos disminuye.

E – Estresante para algunos peces, debido a escasez de producción de alimentos.

## Ficha de datos para la prueba de turbiedad

### Muestra de agua #1:

Letra:

Interpretación:

### Muestra de agua #2:

Letra:

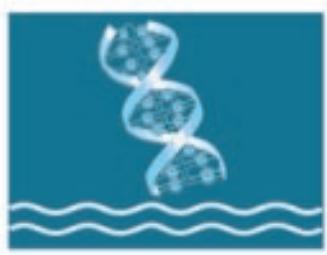
Interpretación:

### Muestra de agua #3:

Letra:

Interpretación:

# Cocinamos en el jardín



■ **Edad recomendada:**  
De 3 a 6 años.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Matemáticas, Idioma (Español).

■ **Duración:**  
Variable (Ver Opciones).

■ **Lugar:**  
Salón de clases o cocina del jardín de niños.

■ **Habilidades:**  
Indagación, interpretación, manipulación de instrumentos y utensilios.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“Agua segura”, aborda los asuntos relacionados con el agua y la salud; “Cuerpos de agua”, trata del agua contenida en los seres vivos; “No más dolor de panza”, y “Superdetectives”, se ocupan de las enfermedades hidrotransmitidas.

■ **Vocabulario:**  
Higiene, recetas de cocina, alimentos.

Propuesta adaptada de:  
Programa regional  
Agua y Educación

*¿Siempre se necesita agua para cocinar?*

## ▼ Resumen

Durante este proyecto los estudiantes reconocerán hábitos de higiene y alimenticios propios y conocerán los de sus compañeros, como así también diversos tipos de alimentos, los usos del agua en la elaboración de comidas (higiene de manos, utensilios, alimentos, cocción) y su incidencia en la prevención de enfermedades. Asimismo, indagarán historias familiares relacionadas con las costumbres alimenticias y recopilarán recetas de cocina. Se informarán de todo ello mediante la observación, la conversación y la lectura (mediatizada por el docente). Usarán utensilios de cocina e instrumentos simples. Iniciados en las actitudes de apertura hacia el conocimiento de la realidad, su curiosidad se verá estimulada.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Reconocerán el agua como elemento cotidiano a ser usado en la preparación de alimentos, en la higiene de los utensilios de cocina, verduras, frutas y manos.
- Valorarán la disponibilidad y el uso del agua.
- Resolverán situaciones que requieran contar y usar instrumentos simples de medición.
- Expresarán ideas en torno a las recetas leídas preservando las culturas locales.
- Desarrollarán un comportamiento cuidadoso y responsable en relación con el uso del agua y con los utensilios de cocina.

## Materiales

- *Lámina 1* (Ver Anexos al final de la guía).
- Recetas de cocina (las que se

van a preparar).

- Ingredientes, de acuerdo con las recetas de cocina.
- Fuentes de conservación de alimentos.
- Fuentes de agua potable.
- Utensilios de cocina, de acuerdo con lo que se vaya a cocinar.
- Fuentes de calor que permitan la cocción.

## Conexiones

El agua sirve para muchas cosas. Como ser: para sacarnos la sed, para cocinar, para lavar los elementos que utilizamos y para higienizarnos... ¿Quién no ha escuchado la recomendación de lavarse las manos antes de comer y después de ir al baño?, ¿O de lavar nuestras frutas antes de ingerirlas? Cuando no seguimos estas y otras sencillas sugerencias podemos enfermarnos. Si se enseña a los estudiantes desde los primeros años una higiene adecuada, fortaleceremos la cultura de la prevención en materia de salud, pero para ello necesitamos ¡AGUA! Este proyecto permite que los estudiantes reconozcan al agua como un recurso diario íntimamente relacionado con las prácticas higiénicas y de su alimentación.

## Antecedentes

La UNESCO reporta que las enfermedades diarreicas siguen siendo, en los niños, la principal causa de muerte debido a enfermedades relacionadas con el agua. En los países en vías de desarrollo los decesos por enfermedades diarreicas representan el 21% de todas las muertes de niños menores de cinco años.

Los estudiantes deben saber que muchas enfermedades infecciosas se transmiten por el agua contaminada o por los alimentos.

Sabemos que bajo condiciones favorables, un enemigo invisible llamado bacteria puede estar presente en los alimentos cuando son adquiridos, o llegar a ellos durante su preparación, cocinando, sirviendo o almacenando. De hecho, aún cuando no podemos ver, oler o sentir a las bacterias, éstas pueden estar en los utensilios, en el aire, el agua, en los cuerpos de los animales y de la gente. En circunstancias apropiadas, las bacterias dañinas pueden multiplicarse rápidamente en un alimento hasta alcanzar números inimaginables. Cuando esto ocurre, la persona que ingiere ese alimento puede enfermarse.

Las enfermedades relacionadas con los alimentos pueden producir desde síntomas muy leves hasta muy serios. Una enfermedad puede manifestarse desde los 30 minutos hasta dos semanas después de la ingestión de alimentos que contienen bacterias dañinas. Afortunadamente, la mayoría de estas enfermedades pueden ser prevenidas si todos adquirimos hábitos de higiene y aprendemos a manejar y preparar adecuadamente los alimentos.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Solicite a los estudiantes que describan la escena de la Lámina 1 (Ver Anexos al final de la guía). Oriente la observación hacia las distintas situaciones que se presenten, a través de la formulación de preguntas.

Mientras los estudiantes observan la lámina, indague sobre sus conocimientos previos con preguntas tales como: ¿Quiénes se ven en el jardín de niños? ¿Qué hacen? ¿Qué estarán preparando en la cocina? ¿Quién será la encargada de preparar el té, la sopa, etc? En esta instancia utilice las respuestas que obtenga para orientar estas otras preguntas. ¿Qué se necesita para cocinar .....(puede también mencionar un platillo regional típico)?



¿Qué ingredientes se estarán usando? ¿Quién cocina en casa? ¿Saben ustedes cocinar? ¿Para qué se utiliza el agua cuando se prepara la comida? En esta etapa, usted puede enumerar las diferentes comidas o bebidas que acostumbra preparar utilizando el agua. Podrá generarse una situación conflictiva al mencionar alguna receta en la cual el agua no sea necesaria. En tal caso, pregunte si se necesita siempre agua para cocinar. Pregúntele si les gustaría cocinar .

### ▼ Dinámica

#### 1. Acuerdos iniciales.

Establezca con sus estudiantes el día de la semana que cocinarán.

- Identifiquen acciones que les permitan conocer los posibles sectores del jardín de niños para elaborar las comidas.
- Identifiquen a las personas que puedan ayudar a prepararlas (familiares u otros miembros de la escuela).
- Establezcan diferentes formas de adquisición de los

ingredientes necesarios para tal fin. Identifiquen posibles comidas a preparar.

- Dé a conocer las actividades que juntos deberán desarrollar.

#### 2. Investigación previa.

- Exploren e identifiquen los elementos con los que se cuenta en el establecimiento para la preparación de las comidas: fuentes de agua potable, utensilios, fuentes de calor que permitan la cocción, fuentes de conservación de los alimentos, otros.

#### 3. Difusión y autorización.

- Elaboren una nota o comunicación destinada a la familia para que los autoricen a cocinar.
- Es importante que previamente a esta autorización, envíe un mensaje a los familiares, así como al personal directivo y al auxiliar de cocina (si lo hubiera), explicándoles los alcances, necesidades y pautas de

colaboración con el proyecto.

#### 4. Búsqueda de información.

Recoleten y seleccionen las recetas a preparar.

- Realicen un análisis de las recetas (consiste en leer e interpretar los datos necesarios para cocinar: ingredientes, cantidades, tiempos de cocción, utensilios de cocina).

#### 5. Producción.

- Elaboren las comidas seleccionadas y degústenlas.

#### ▼ Cierre

Una vez finalizado el proyecto, pida a los alumnos que mencionen todas las veces que usaron el agua, y a manera de registro anecdotico puede dibujar los usos que éstos van mencionando o bien que sean ellos mismos los que individualmente o en grupo dibujen los momentos mencionados.

#### Guía de preguntas a formular durante el proyecto:

Antes de comenzar con la preparación de las comidas: ¿Qué ingredientes necesitamos para cocinar? ¿Cuántas tazas de agua? ¿Cuántos huevos? (Elegir a un estudiante para pedir o preguntar) ¿Me alcanzas una taza con agua?, otras. Estas preguntas están directamente relacionadas con las recetas a preparar. Preguntas que se pueden realizar después de la lectura de varias recetas aportadas por los

estudiantes. ¿Se necesita siempre agua para cocinar? ¿En cuántas recetas aparece el agua como ingrediente? ¿Podemos obtener de cualquier lugar agua para cocinar? ¿Por qué? ¿Podemos preparar comidas en las que se necesite agua hirviendo? ¿Por qué? Al finalizar la experiencia: Al estar preparando la comida, ¿En qué momentos utilizamos el agua? ¿Por qué? ¿Podemos cocinar con las manos sucias? ¿Por qué? ¿Qué pasaría si dejáramos de comer? ¿Qué pasaría si no tuviésemos agua? Otras preguntas.

#### Evaluación

Por medio de la observación y respuestas obtenidas durante las distintas situaciones creadas para la concreción del proyecto (a través de las preguntas guía).

#### Opciones

- A fin de lograr que los estudiantes valoren la disponibilidad y uso del agua en la preparación de comidas (recuerde que se deben incluir recetas en las cuales el agua no esté presente) se sugiere que esta actividad en una sala de 3 años se realice un día a la semana durante al menos cuatro semanas, para lo cual el proyecto se extiende al menos durante un mes. Ello permite a su vez que la tarea de búsqueda y lecturas de recetas para su selección, el involucramiento del núcleo

familiar y el desarrollo de las diversas actividades se haga pautadamente, evitando así el agotamiento en los niños tan pequeños. Con niños de 4 a 6 años puede optar por cocinar durante una semana una receta diferente por día.

- Este proyecto puede ser desarrollado en grados superiores, en ese caso podrán alcanzarse otros objetivos, como por ejemplo: Reconocer los cambios físicos producidos en el agua por las diferentes temperaturas y describir las relaciones que se establecen entre el agua y los otros ingredientes. De ser así los contenidos y las preguntas deberán adecuarse.

#### Otros recursos

*Cuentos, canciones y sabores.*

Colección Cultura del agua para niños. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), México, 2005.

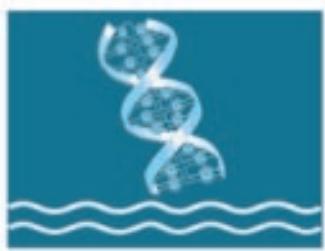
*¿Sabía que...? Hechos y cifras sobre agua e infancia.*

[www.unesco.org/water/news/newsletter/164\\_es.shtml#know](http://www.unesco.org/water/news/newsletter/164_es.shtml#know)

*Video Cultura del agua para niños,* Colección Cultura del agua para niños, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), México, s/f.

Todos podemos combatir las bacterias. [www.foodsafety.gov/~fsg/bac/sfactsht.html](http://www.foodsafety.gov/~fsg/bac/sfactsht.html)

# “Cuerpos” de agua



■ **Edad recomendada:**  
De 6 a 11 años.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias Naturales, Salud,  
Matemáticas.

■ **Duración:**  
Preparación:  
Parte I: 15 minutos.  
Parte II: 15 minutos.  
Parte III: 10 minutos.

Dinámica:  
Parte I: 30 minutos.  
Parte II: 30 minutos.  
Parte III: 30 minutos.

■ **Lugar:**  
Espacio abierto, grande.

■ **Habilidades:**  
Organización de información,  
análisis.

■ **Propuestas relacionadas:**  
En “No más dolor de panza” y en “Superdetectives” se aborda la importancia de la calidad del agua para evitar las enfermedades hidrotransmitidas.

■ **Vocabulario:**  
Contenido de agua en el  
cuerpo.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Qué diferencia hay entre una uva y una pasita? ¡El agua!*

## ▼ Resumen

Uno de los estudiantes dibujará su cuerpo sobre un papel, y coloreará la porción que representa la cantidad de agua que contiene. ¿Qué debe hacer para comparar la cantidad de agua de su cuerpo con la de un cactus, una lechuga o una ballena?

## Objetivos

Los estudiantes:

- **Deberán concluir** que el agua es el componente principal de los organismos vivos.

## Materiales

- Fruta seca.
- Fruta madura.
- Balanza (opcional).
- Papel de estraza (36 m para una clase de 30 estudiantes) o de 2 a 3 hojas de periódico pegadas con cinta adhesiva para cada estudiante.
- Gis (opcional).
- Crayones.
- Tijeras.
- Báscula de baño (casera).
- Recipientes para agua (por ejemplo, una jarra de cuatro litros, cubetas, bolsas de plástico, globos).
- Tarjetas índice de 10 x 15 centímetros.
- Cinta adhesiva.

## Conexiones

Las personas beben agua todos los días, pero pocas veces piensan en la porción de ella que está en sus cuerpos. Ese conocimiento las estimula a valorar la dependencia de la vida respecto del agua.

## Antecedentes

La calidad y cantidad del agua contribuyen a hacer sustentable la vida en la Tierra. Por igual una sola célula que todo un ecosistema, dependen de ella. Esta dinámica es una buena

introducción al conocimiento de los sistemas de vida en relación con el agua. Además, proporciona información sobre la forma en que nuestro cuerpo emplea el líquido vital.

Los organismos vivos están formados, cuando menos, por un 50% de agua. Ciertos cactus contienen 90%, y el porcentaje en algunas ballenas es el 75%. El cuerpo humano tiene entre 65 y 75% de agua. Independientemente de su hábitat, los organismos pueden adquirir y mantener un equilibrio de agua, pues sin ella morirían. Si el ser humano, por ejemplo, pierde más del 8% del agua corporal, muere.

En el cuerpo humano, cerca del 67% del agua se ubica en las células; es decir, dentro de ellas. El 25%, aproximadamente, entre las células, y el resto, o sea alrededor del 8%, fuera de ellas, en la sangre.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Cuente a los estudiantes la siguiente situación: dos personas están perdidas en el desierto. Una de ellas tiene una canasta con alimentos que incluyen carnes enlatadas, pan, pastel, etc. (en cantidad suficiente para un mes). La otra solo tiene una provisión de agua para un mes. ¿Cuál de las dos personas sobrevivirá más tiempo? Haga comparaciones sobre el tiempo que se puede sobrevivir sin alimentos (cerca de un mes) y el tiempo que se puede vivir sin agua (aproximadamente tres días).

Explique a los estudiantes que en la mayor parte de los organismos vivos el agua representa por lo menos el 50 % de su peso. Muéstrelas varias frutas y verduras, unas maduras y otras

secas o marchitas. Pídale que comparan, a partir de su peso, el contenido de agua de la fruta y verdura en los diferentes estados. (Ver el cuadro. Que comparan, por ejemplo, las pasitas con las uvas frescas o una ciruela con una ciruela pasa). Demuestre, cortando una parte representativa, qué porcentaje de la fruta o de la verdura es agua. (Por ejemplo, las zanahorias contienen un 88 % de agua, por lo que debe cortar el 88 % de una zanahoria.) Recalque que en realidad el 88 % de agua de la zanahoria se encuentra en sus células y tejidos y, por lo tanto, no se derramaron cuando se cortó la zanahoria. (Esto puede aclarar la idea errónea de que el agua se mueve libremente por todo el cuerpo.) Pregunte a los estudiantes si ellos creen que el cuerpo humano contiene agua. Pídale que adivinen el porcentaje de agua que hay en sus cuerpos.

#### CONTENIDO DE AGUA EN ALIMENTOS SELECCIONADOS

Alimento	% de agua
Papas (hojuelas).	2
Pizza.	49
Helado.	61
Hígado de res.	70
Plátanos.	74
Uvas.	81
Naranjas.	87
Zanahorias.	88
Jitomates.	94
Lechuga.	96

(Fuente: Calculado por Van Der Leeden et al., *Encyclopedia del agua*, 2<sup>a</sup> ed., Lewis Publishers, Inc., Chelsea, 1990, usando valores de peso y contenido de agua proporcionados en *Valores de porciones de alimentos comúnmente usados*, de Bowes y Church Food (*Bowes and Church's Food Values of Portions Commonly Used*), 14<sup>a</sup> ed., Harper and Row, s/l, s/f.).

#### ▼ Dinámica

##### Parte I

**Nota:** Los maestros de preescolar y primaria inferior tal vez quieran trabajar solo en esta Parte.

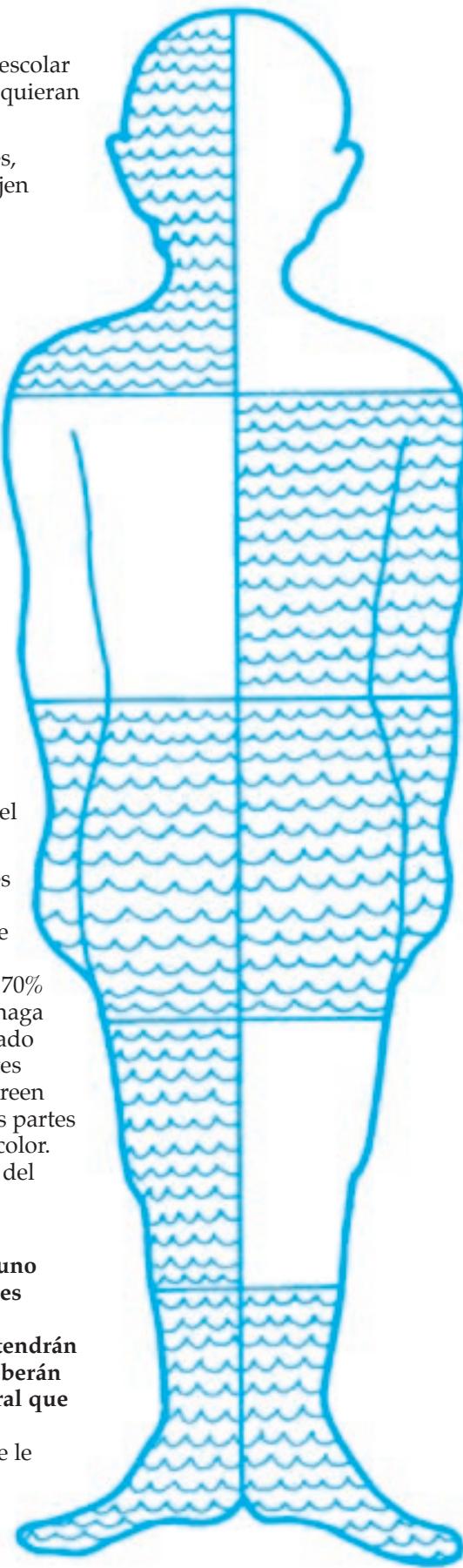
1. Haga que los estudiantes, trabajando en grupo, dibujen sobre una hoja grande de papel el contorno de sus cuerpos. Pueden hacerlo parados contra la pared, o acostados en el piso.

2. Explíquenles que la cantidad aproximada de agua que hay en sus cuerpos es de entre el 65 y el 70 %. (Para esta dinámica, la cantidad será del 70 %, aproximadamente tres cuartas partes, aunque esta varía de acuerdo con la edad y el sexo de la persona. Para mostrar a los estudiantes más pequeños cuánto es tres cuartas partes, divida un círculo o un bloque en cuatro partes iguales y luego retire del círculo o del bloque tres de ellas).

3. Haga que los estudiantes coloren el 70% de los cuerpos que trazaron sobre el papel. Puede ayudarlos mostrándoles cuánto es el 70% de varios objetos. O bien, haga que dividan el dibujo trazado sobre el papel en diez partes iguales, y pídale que coloren siete de ellas. Las otras tres partes las pueden pintar de otro color. Se muestra así la cantidad del cuerpo que es agua.

##### Parte II

Suponga el peso de cada uno de los estudiantes y pídale que calculen la cantidad aproximada de agua que tendrán en el cuerpo. Para ello, deberán multiplicar el peso corporal que se les asignó por 0.70. Por ejemplo, si a alguien se le calcularon 50 kilogramos, debe multiplicarlos por 0.70, con lo que sabrá que la cantidad de



agua que tiene en el cuerpo pesa 35 kilogramos. Los estudiantes pueden calcular la cantidad de agua que sus cuerpos contienen llenando recipientes con ella. Por ejemplo, si uno pesa 50 kilogramos, puede vaciar en otro 35 kg de agua, para representar la proporción que el líquido vital ocupa en su propio cuerpo. (Como un litro de agua pesa aproximadamente un kilogramo, 35 kilogramos de agua son 35 litros. De esta manera, cada uno de los estudiantes podrá además calcular su propio peso en agua. (Usted podrá coordinarse con la enfermera escolar para desarrollar esta dinámica dentro del programa de salud).

### **Parte III**

**1. Haga que cada uno de sus estudiantes elija una planta o un animal.**

**2. Pídale que dibujen la silueta de la planta o animal que escogieron en una tarjeta de papel de 10 x 15 centímetros. Pídale que utilicen la fórmula con la que calcularon el porcentaje de agua de su propio peso corporal, para calcular el de la que está contenida en el organismo que escogieron. Pídale que colorean la porción correspondiente del dibujo.**

Sin importar las condiciones de humedad, y como ya se dijo en los *Antecedentes*, todos los organismos vivos contienen al menos, un 50% de agua. No son necesarias las proporciones exactas del contenido corporal de agua de cada organismo, pero las cantidades reales pueden estar disponibles en libros de

referencia. A continuación se dan los contenidos de agua corporal de tres animales y una planta muy conocidos:

ORGANISMO	% AGUA
Gato.	62
Perro.	63
Venado.	64
Milpa.	71

**3. Pegue en la pared las tarjetas con los dibujos de los organismos, por grupos, de acuerdo con su hábitat.** Es decir, el grupo de las plantas y animales del desierto en un grupo, y en otro los organismos pertenecientes al bosque.

### **▼ Cierre**

Haga que los estudiantes comparan el contenido de agua de las plantas y los animales de los dibujos con el de los seres humanos. Para que otros conozcan lo que ellos han aprendido, pueden regalar a sus padres las siluetas que hicieron de sí mismos ("gráficas de crecimiento") o exponerlos en los pasillos de la escuela. Un ejercicio extra es que los estudiantes calculen, ya en sus casas, la cantidad de litros de agua que contienen los cuerpos de sus padres o amigos.

### **Evaluación**

Haga que los estudiantes:

- Indiquen la proporción de agua que hay en sus cuerpos (*Parte I, Paso 3*).
- Calculen cuánto del peso corporal de un ser humano, una planta o un animal, es agua (*Parte II*).

- Representen los valores del contenido de agua de distintos organismos (*Parte III, Paso 2*).

Al completar la dinámica, para una evaluación complementaria, haga que los estudiantes:

- Ilustren, con una tira cómica, cómo se verían los organismos vivos si no contuvieran agua.

### **Extensiones**

Consiga un deshidratador doméstico de alimentos o construya uno solar; haga que los estudiantes deshidraten varios tipos de alimentos (como uvas, con lo que pueden obtener sus propias pasitas). Haga que predigan cómo se verán los alimentos al secarse. Pídale que comparan el sabor de los alimentos normales con el de los deshidratados.

Utilice esos alimentos deshidratados para preparar una comida para la clase.

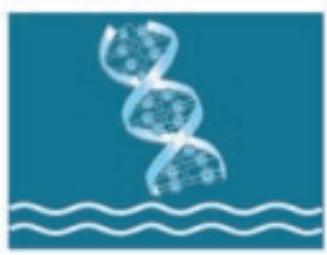
Los estudiantes mayores pueden ilustrar los órganos de sus cuerpos sobre la figura que delinearon, e investigar el contenido de agua de cada órgano (por ejemplo, el cerebro tiene un 74.8% de agua). Desafíe a los estudiantes para que identifiquen los lugares de su cuerpo en donde no hay agua. (El agua en un lugar inadecuado, como los pulmones, puede ser mortal.)

### **Otros recursos**

Cole, Joanna, *El autobús mágico en el cuerpo humano*, Scholastic-Mariposa, Nueva York, 1993.

*Oro azul. Encyclopédia interactiva del agua*, Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO, CD, 1999.

# Medio tiempo en la final



## ■ Edad recomendada:

Parte I: De 9 a 15 años.  
Parte II: De 15 a 18 años.

## ■ Disciplinas:

Civismo, Medio Ambiente, Salud.

## ■ Duración:

Preparación:  
Parte I: 15 minutos.  
Parte II: 15 minutos.

## Dinámica:

Parte I: 30 minutos.  
Parte II: Hasta una semana.

## ■ Lugar:

Salón de clases.

## ■ Habilidades:

Interpretación, definición y solución de problemas, evaluación, presentación y elaboración de informes.

## ■ Propuestas relacionadas:

"Alcanzando tus límites", donde, mediante un juego, los estudiantes experimentan el esfuerzo que significa cubrir las normas de calidad del agua potable.

## ■ Vocabulario:

Planta de tratamiento de aguas residuales, sobreflujo (del drenaje).

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Qué hace la mayor la parte de la gente en el medio tiempo de un partido de fútbol?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes hacen una investigación y presentan planes para resolver el problema del aumento de descargas sobre la planta de tratamiento de aguas residuales de una comunidad.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Explicarán cómo el aumento de descargas sobre las plantas de tratamiento provocan un sobreflujo.
- Referirán los problemas ocasionados por el sobreflujo del drenaje.
- Propondrán soluciones para el problema del manejo del agua.
- Reconocerán la forma en que las estrategias de presentación de propuestas pueden influir en las decisiones de política pública.

## Materiales

- Fichas, cuentas, semillas o similares.
- Vasos o recipientes de plástico (1 por participante).
- Una cubeta u otro recipiente.
- Copias de la *Solicitud de propuestas a Ciudad Jardín, del Formato complementario y del artículo periodístico Apoyos a la planta de tratamiento por el "pico" del fin de semana*.
- Gis o cinta adhesiva.

## Conexiones

En todo el mundo, se hacen a diario millones de descargas de agua por los retretes. En general, los sistemas que colectan y tratan las aguas residuales funcionan eficientemente. Pero cuando hay acumulaciones o el sistema es sobrepasado durante períodos de uso intenso, los administradores deben evaluar la situación, tomar decisiones para solucionar el problema, y ponerlas en

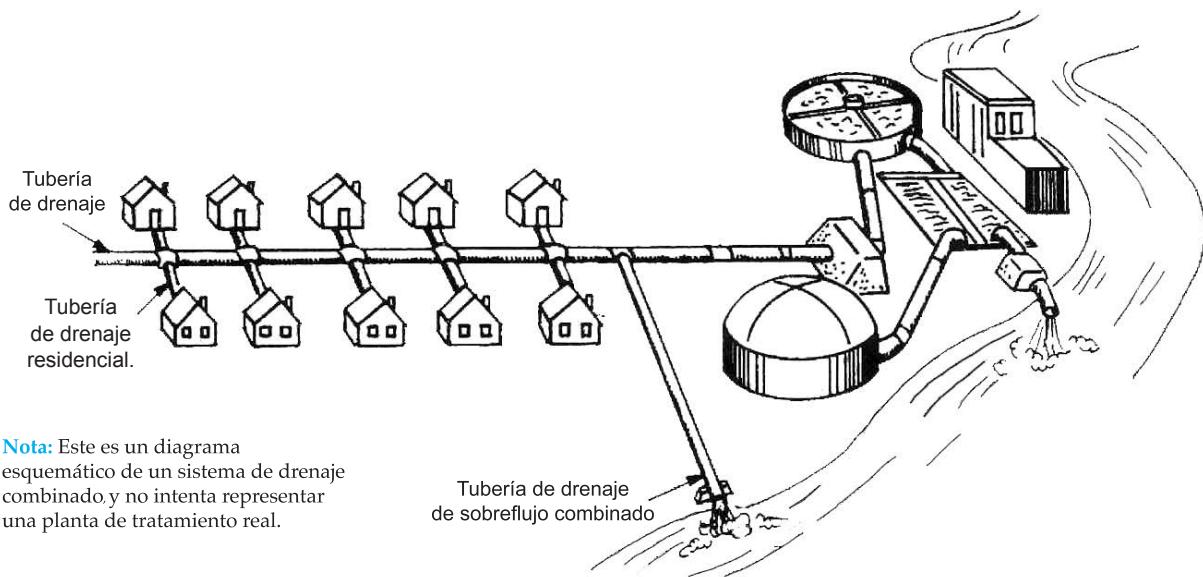
práctica. Al hacer sus propias investigaciones y presentaciones, los estudiantes experimentan los procesos indicados para el establecimiento de las políticas y prácticas de gestión del agua.

## Antecedentes

La mayor parte de las comunidades urbanas dependen de las plantas de tratamiento de aguas residuales para asegurar que el agua empleada en residencias y negocios regrese limpia a la naturaleza. Los planificadores de la ciudad consideran muchos factores al diseñar esas plantas. Tales consideraciones incluyen: el crecimiento poblacional actual y proyectado, tipos de negocios, períodos de uso intenso, recursos económicos disponibles para construir sistemas adecuados de tratamiento y mantenimiento, así como normas gubernamentales apropiadas.

No obstante, al crecer las poblaciones (muchas veces excediendo las expectativas de los planificadores), y al volverse vieja la infraestructura de las plantas, estas pueden no ser capaces de recibir los sobreflujos de desecho provenientes de las casas. Muchos municipios están familiarizados con las descargas "pico" producidas cuando un número grande de personas descarga agua residual al sistema de desagüe en forma simultánea (por ejemplo, durante el medio tiempo de alguna final de fútbol). En ciertos casos, las descargas causan un sobreflujo en los sistemas, o su acumulación. Cuando esto ocurre, algunas plantas deben bombar el exceso de desechos directamente a un cuerpo de agua, como un río o un tanque de sobreflujo.

De aspecto desagradable y con mal olor, el agua no tratada conlleva múltiples peligros



**Nota:** Este es un diagrama esquemático de un sistema de drenaje combinado, y no intenta representar una planta de tratamiento real.

para la salud de los humanos y de la vida silvestre. Es muy probable que el agua de drenaje contenga bacterias y protozoarios patógenos. Ciertas enfermedades, como la disentería y la hepatitis, son transmitidas por el agua contaminada. Los desechos orgánicos que esta contiene propician, además, el crecimiento de múltiples microorganismos. Cuando las poblaciones de bacterias y de otros seres unicelulares aumentan en forma desmedida, consumen el oxígeno y los nutrientes del medio. Las toxinas producidas por los microorganismos (que son sustancias de desecho producto de su metabolismo), y la disminución en los niveles de oxígeno ponen en peligro a plantas y animales. Cuando los drenajes terminan en cauces de agua, se advierte a la población de no comer mariscos ni otro tipo de organismos acuáticos, ya que pueden albergar toxinas liberadas por los microorganismos.

Para tratar el aumento de los desechos, los administradores evalúan diversas alternativas. Las opciones incluyen la construcción de plantas de tratamiento más grandes, o fomentar que los residentes reduzcan su uso del agua. Los residentes pueden ayudar a conservar el agua limitando las descargas diarias del retrete, colocando una botella

de agua en el depósito del mismo para reducir la descarga, o instalando retretes que empleen menor cantidad de agua.

En ocasiones, deben cambiar las políticas de administración del agua. Esto implica que los consejos de planeación gubernamentales consulten a expertos sobre métodos viables para solucionar el problema. Los consejos evalúan los planes con base en los fondos de que se dispone, así como en las necesidades y expectativas de sus comunidades.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Pregunte cuántos estudiantes han visto en domingo un “clásico” o una final de fútbol. ¿Qué hacen durante el medio tiempo? Dígales que van a participar en un simulacro que demostrará lo que sucede a los sistemas de tratamiento de aguas residuales cuando cantidades inusualmente grandes de personas descargan los retretes en forma simultánea

### ▼ Dinámica

#### Parte I

- Dibuje con gis, o trace con cinta adhesiva, una línea al centro del salón. Diga a los estudiantes que esta línea representa el drenaje que corre por debajo del suelo. Cerca de uno de los extremos, dibuje una línea corta perpendicular

a la primera. Esta representa el escape o tubería de sobreflujo que llega a un río. (Puede colocarse la foto de un río o de un pez al final de esta tubería.)

2. Coloque sillas a lo largo de cada lado de la línea. Cada silla representa una casa en una calle (ver la ilustración). La tubería de drenaje está enterrada bajo la calle. Por cada silla, coloque un recipiente con fichas, cuentas o similares. Esto representa materiales de desecho.

3. Coloque dos estudiantes en el extremo de la línea más cercano a la tubería de escape. Ellos representan la planta de tratamiento. Indíquenes que, en este simulacro, se necesitan cinco segundos para que la planta de tratamiento limpie los desechos de cada casa. Uno de los estudiantes reúne las fichas en una cubeta, mientras el otro cuenta los cinco segundos.

4. Pida a los demás estudiantes que se pongan de pie frente a las sillas y se enumeren del uno al cuatro. Explíquenes que cuando usted diga “¡Descarga!” y un número, los estudiantes que tengan ese número deben tomar un puñado de fichas, salir de sus casas y desplazarse por la tubería hacia la planta de tratamiento. Deben estar de pie a la distancia que tome el largo de su brazo.

5. Cuando uno de los estudiantes

**Ilega a la planta de tratamiento, entrega las fichas al que representa la planta y regresa a casa. Este procedimiento se repite para todos los estudiantes de la fila. Si todos ellos logran que su desecho sea tratado en un minuto, el sistema no presentará sobreflujo.**

**6. Continúe la dinámica diciendo “¡Descarga! Uno”.** Deje que todos los números uno pasen por el proceso (esto puede llevar menos de un minuto). Si es necesario, diga otro número.

**7. A continuación diga “¡Descarga! Uno, dos, tres y cuatro.”** Todos los estudiantes deben intentar desplazarse por la tubería en dirección a la planta de tratamiento. Despues de casi un minuto, diga a la clase que el sistema se ha atascado y que los estudiantes que aún esperan deben desplazarse hacia la tubería de escape (ver ilustración). Estos estudiantes dejan caer sus fichas al final de esa tubería y regresan a sus asientos. Esta acción representa el agua de drenaje que es tirada directamente al río.

**8. Pida a todos los estudiantes que regresen a sus lugares y que expongan sus reacciones ante este simulacro.** ¿Existen momentos en los cuales todas las personas de una ciudad pueden descargar los baños en una sola vez? Pídale que identifiquen los problemas que se originan cuando los desechos ingresan a un río sin ser tratados.

#### **Parte II**

**1. Divida la clase en grupos de cuatro o cinco estudiantes, y proporcione a cada grupo el artículo periodístico *Apoyos a la planta de tratamiento por el “pico” del fin de semana*.**

**2. Distribuya la Solicitud de propuestas a Ciudad Jardín a los grupos. Diga a los estudiantes que sus grupos son los equipos de consultores. Cada equipo preparará un informe que incluya una propuesta de**

**solución.** Además de hacer investigación de biblioteca, pueden comunicarse con los administradores de la planta de tratamiento de aguas residuales y con los planificadores de la ciudad para enriquecer sus propuestas. Quizá se interesen en investigar si su planta de tratamiento local ha experimentado “picos” durante los medios tiempos del “clásico” o en otros momentos del día o del año. Nota: La propuesta también puede dirigirse al Gobierno local, Autoridad del Agua, Ayuntamiento o Municipio, según se adapte mejor a cada caso.

**3. Diga a los equipos que el informe debe consistir en:**

- Una descripción del problema y de por qué constituye un motivo de preocupación para la comunidad (por ejemplo, peligros de salud, impactos ambientales).
- Personas o grupos de la comunidad que serían afectados por el vertimiento del sobreflujo sin tratamiento al río.

**Grupos de la comunidad sugeridos:**

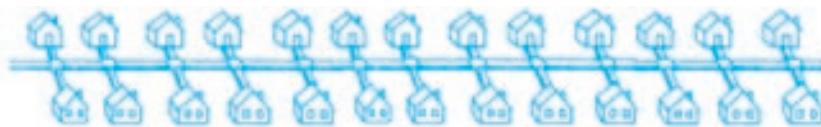
- Comunidades situadas río abajo.
- Observadores de pájaros.
- Los amigos de Ciudad Jardín.
- La Asociación de Residentes de Ciudad Jardín.

- Representantes de la vida silvestre.
- La Secretaría de Salud.
- Los fanáticos del “Clásico” de fútbol.
- La Asociación de Ganaderos.
- Agricultores.
- Aficionados a la pesca.
- Miembros de clubes náuticos.
- Nadadores.
- Junta de caminos.
- Operadores de la planta de tratamiento.

- Detalles sobre el efecto del sobreflujo del drenaje en uno o más de estos grupos comunitarios. De ser posible, haga que cada equipo investigue un grupo distinto. Anime al equipo para que haga entrevistas a los representantes de los grupos de la comunidad.
- La recomendación de un plan de acción para resolver el problema potencial de sobreflujo. El plan debe centrarse en los temas ambiental, económico y social, incluyendo un informe sobre el impacto potencial del sobreflujo de desechos sobre los grupos de la comunidad investigados por cada equipo. (Ver *Solicitud de propuestas a Ciudad Jardín*). ¿Cuáles de ellos serán afectados? ¿Cómo asegura el plan que los miembros de la comunidad



El representante de un equipo “consultor” presenta su propuesta.



cooperarán? ¿Cuál será el costo? ¿Quién hará el pago? ¿En qué forma se pagará? ¿Qué cantidad está dispuesto a pagar cada residente?

**4. Cada equipo presentará su informe y su solución ante el Consejo de Ciudad Jardín.** Deberán presentarlos ante la clase, con duración de cinco minutos. Proporcione a cada grupo una copia del *Formato complementario*. La presentación deberá ser clara y persuasiva, e incluir a todos los miembros del equipo de consulta (ver formatos).

**5. Dependiendo de la estructura de la clase y de la profundidad que se desee que haya en los informes, puede darse a los equipos de un día a una semana para terminar sus estudios y preparar sus propuestas.**

**6. Un poco antes de que terminen sus propuestas, pida que cada equipo consultor elija a un miembro que dejará a su equipo para formar ahora parte del Consejo de Ciudad Jardín (CCJ).** Estos estudiantes representarán a funcionarios de gobierno, ingenieros, administradores de la planta de tratamiento, ciudadanos interesados y funcionarios de salud. Serán responsables de escuchar y juzgar cada propuesta. Pueden referirse al *Formato complementario* en búsqueda de ideas por las cuales juzgar las propuestas. Además, puede que ellos quieran identificar las preocupaciones que atañen en especial a los personajes que interpretan. (**NOTA:** Obviamente no se permite a los consultores y posibles licitadores formar parte de los consejos. No obstante, en este simulacro, los estudiantes que fueron parte de los equipos consultores funcionan en un rol de tomadores de decisiones para facilitar la dinámica.)

**7. Haga que los miembros del CCJ diseñen las reglas que se aplicarán para evaluar y que establezcan un programa de presentaciones.** Quizá deseen proporcionar a los equipos una lista de criterios de juicio para guiar las presentaciones. Haga el seguimiento de cada presentación de los equipos, con un tiempo para preguntas y respuestas.

**8. Dirija la simulación de una Junta de Consejo y pida a los equipos que presenten sus informes.**

#### ▼ Cierre

Haciendo el seguimiento de las presentaciones, el CCJ adjudica el “contrato” a un equipo y explica el proceso para la toma de decisiones que ha empleado para llegar a su selección. Pida a la clase que exponga los resultados de la dinámica, comentando lo que percibieron sobre el proceso de toma de decisiones.

Pida a los estudiantes que se comuniquen con el gobierno de su localidad, y que pregunten cómo y por qué emplean consultores y qué proyectos particulares han requerido el uso de expertos externos. Además, pídale que comparten los resultados de su dinámica con sus autoridades. Quizá los propios estudiantes se interesen en asistir a una audiencia pública sobre temas de calidad del agua.

Pida a los estudiantes que se comuniquen con una oficina local de calidad del agua para obtener el informe respectivo sobre algún río de su localidad. Podrían escribir cartas a funcionarios públicos, en las que expresaran su preocupación sobre la calidad del agua de su comunidad.

#### Evaluación

Pida a los estudiantes que:

- Ilustren la forma en que una planta de tratamiento de aguas

residuales podría presentar un sobreflujo (*Parte I, Pasos 6 y 7*).

- Describan cómo el sobreflujo de una planta de tratamiento de aguas residuales podría afectar a los miembros de la comunidad (*Parte I, Paso 8 y Parte II, Paso 2*).
- Desarrollen un plan de acción para reducir las demandas impuestas a una planta de tratamiento (*Parte II, Paso 2*).
- Empleen estrategias persuasivas para presentar sus propuestas ante un jurado (*Parte II, Pasos 3 y 7*).
- Evalúen los planes propuestos (*Cierre*).

#### Extensiones

Pida a los estudiantes que soliciten a la planta de tratamiento de aguas residuales de su localidad una gráfica sobre el flujo del drenaje respectivo. ¿Existen tendencias de flujo notables (ascendentes o descendentes)? ¿Cuándo se producen?

#### Otros recursos

Echarri, Luis, “Contaminación del agua, depuración de los vertidos”, Libro electrónico *Ciencias de la Tierra y del medio ambiente*, Escuela de Ingenieros de San Sebastián, Universidad de Navarra, s/f, <http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/180Depur.htm>

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, *Recurso Protejamos el agua*, [www.unicef.org/voy/spanish/explore/wes/explore\\_1818.html](http://www.unicef.org/voy/spanish/explore/wes/explore_1818.html)

Reynolds, A. Kelly, “Tratamiento de aguas residuales en Latinoamérica: identificación del problema”; *De la Llave*, Septiembre / octubre, 2002. [www.agualatinoamerica.com/docs/PDF/DeLaLaveSepOct02.pdf#search=%22plantas%20de%20tratamiento%22](http://www.agualatinoamerica.com/docs/PDF/DeLaLaveSepOct02.pdf#search=%22plantas%20de%20tratamiento%22)

United States Geological Survey and Environmental Protection Agency, “El tratamiento de aguas residuales”, en: *La ciencia del agua para escuelas*. [www.water.usgs.gov/gotita/wuww.html](http://www.water.usgs.gov/gotita/wuww.html)

# Apoyos a la planta de tratamiento por el “pico” del fin de semana.

**Ciudad Jardín.** Aunque la mayor parte de los habitantes esperan con ansia anticipada el juego por el campeonato de la Liga de Fútbol, los operadores de la planta de tratamiento de aguas residuales Palmera 1, del río Jardín, temen el fin de semana. Cada año, durante el juego, en cada corte comercial y en el medio tiempo, una oleada de agua residual se presenta en el sistema de drenaje, provocando un verdadero “clásico” en la planta.

Los operadores de la planta Palmera 1 se refieren jocosamente al fenómeno como la “carrera por la descarga”, pero agregan con rapidez que el “pico” de fin de semana podría generar problemas de salud, ambientales y económicos.

“El año pasado llegamos a un máximo de 155.8 mld (millones de litros por día) en el medio tiempo”, dijo el superintendente de la planta, Juan Ríos. “Esta planta fue diseñada para manejar un máximo de 152 mld; fue un milagro que no se produjera una inundación”.

Si llegara un sobrerojo de agua sin tratar al cercano arroyo de la planta Palmera 1, o al río Jardín, produciría un grave desastre de salud, ambiental y económico, para la comunidad. El Departamento de Salud Ambiental de Cascada ha solicitado al Consejo de Ciudad Jardín que diseñen una solución para el problema potencial de sobrerojo de aguas residuales sin tratar.

El Consejo de Ciudad Jardín ha pedido que los equipos de consultores examinen el problema y propongan soluciones.

La planta Palmera 1 fue construida por la ciudad en 1977, cuando la población que vivía en el municipio servido por el drenaje era de 75,000 habitantes. Hoy en día, en el mismo municipio viven más de 125,000 personas. Debido al crecimiento de la población y a la antigüedad del sistema colector, se requiere que la ciudad aumente la capacidad del mismo, con un costo de hasta \$38 millones de dólares. La ciudad, y las personas que pagan las tarifas de los drenajes sanitarios, esperan que los equipos de consultores sean capaces de proponer una alternativa menos costosa.



# **Solicitud de propuestas a Ciudad Jardín**

## **“Pico” potencial del drenaje sanitario del *fin de semana*.**

### **Antecedentes**

Ciudad Jardín está solicitando una consulta profesional, la cual deberá reunir información y hacer recomendaciones respecto de los problemas potenciales de sobreflujo de aguas residuales asociadas con las competencias de fútbol profesional y otros eventos sociales importantes.

Los ingenieros de la ciudad han determinado que casi se excede, durante los momentos de uso intenso del agua, la capacidad del sistema de drenaje sanitario y de la planta local de tratamiento de aguas residuales. Este fenómeno de la “carrera por la descarga” es particularmente agudo durante el medio tiempo y en los cortes comerciales del clásico, así como durante las finales de fútbol. Este “pico” del drenaje sanitario también se produce diariamente, aunque en un menor grado, entre las seis y las nueve de la mañana.

El Departamento de Salud Ambiental del estado de Cascada ha determinado que este problema potencial de sobreflujo de aguas residuales no tratadas constituye una grave amenaza para la salud, así como al bienestar ambiental y económico de la cuenca del río Jardín.

### **Instalaciones**

El Departamento de Obras Públicas de Ciudad Jardín proporciona el servicio de drenaje sanitario a las áreas urbanas de la zona. La ciudad opera la planta de tratamiento de aguas residuales Palmera 1, que sirve a 50,000 hogares y negocios de la zona. Palmera 1 da tratamiento secundario a un flujo máximo de 152 millones de litros al día. El exceso se descarga al río. La planta se construyó en 1997 para servir a una población proyectada de 75,000 habitantes (54,000 hogares y negocios).

### **Alcance de los trabajos**

Equipos de consultores calificados harán investigaciones sobre las partes potencialmente afectadas; reunirán información sobre alternativas de solución y presentarán soluciones recomendadas al Consejo de Ciudad Jardín.

### **Criterios**

Las soluciones que se propongan para el problema potencial de sobreflujo deberán ser completas y creativas, y atender las preocupaciones de todas las partes afectadas. Los equipos de consultores considerarán los costos ambientales y económicos, así como los beneficios de cada solución propuesta.

Los equipos de consultores serán calificados por el cumplimiento, viabilidad, creatividad y claridad de las presentaciones, así como por los resultados esperados de las soluciones propuestas. Los equipos también serán calificados con base en sus habilidades de presentación, trabajo de equipo y hábitos de estudio en general. Se fomentarán las presentaciones mediante audiovisuales y carteles.

83

### **Límite de tiempo**

Los equipos de consulta deberán presentar sus recomendaciones ante el Consejo de Ciudad Jardín en un plazo de \_\_\_\_\_.



# **Formato complementario a la *Solicitud de propuestas a Ciudad Jardín.***

Nombre del equipo de consultores / compañía: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del grupo comunitario que patrocina al equipo: \_\_\_\_\_

Descripción del problema, incluyendo el efecto sobre el patrocinador del equipo (en caso necesario, agregar más páginas):

---

---

---

Plan de acción propuesto (en caso necesario, agregar más páginas):

---

---

---

---

Firmas: \_\_\_\_\_ Puestos: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## **Para uso exclusivo del Consejo:**

Criterios empleados para evaluar el plan: factibilidad; resultados esperados de la solución propuesta; claridad; creatividad; estilo de presentación, etc. Asigne a cada criterio un número específico de puntos, sin exceder de un total de setenta y cinco.

84

---

---

---

---

**Para uso exclusivo del maestro:**

Hábitos de estudio; cooperación; cumplimiento; trabajo de equipo, etc., 25 puntos:

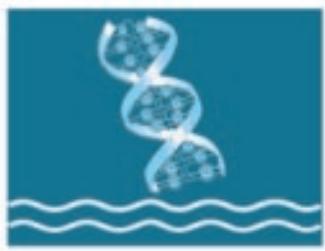
---

---

---



# No más dolor de panza



■ **Edad recomendada:**  
De 9 a 15 años.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias naturales, Salud.

■ **Duración:**  
Preparación:  
Parte I: 10 minutos.  
Parte II: 20 minutos.

Dinámica:  
Parte I: 20 minutos.  
Parte II: 30 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases, gimnasio o un patio de juegos.

■ **Habilidades:**  
Recopilación de información, interpretación de resultados, relación causa-efecto.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“Superdetectives”, en donde los estudiantes aprenden sobre las múltiples enfermedades transmitidas por el agua y el papel de la epidemiología en su control. También “Agua segura para todos”, en donde, a través de la observación e investigación, se reconocen las formas de contaminación del agua, contribuyendo así a conocer sus consecuencias para la salud.

■ **Vocabulario:**  
Microorganismo, patógeno, bacterias, virus.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*Si alguien estornuda cerca de ti... ¿es probable que te resfríes?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes participarán en una serie de demostraciones y en un juego para demostrar la forma en que algunas enfermedades causadas por microorganismos patógenos se propagan por el agua.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Reconocerán los factores que contribuyen a evitar un resfriado o una influenza.
- Describirán la forma en que algunas enfermedades infecciosas se contagian por medio del agua.
- Identificarán las formas de reducir la probabilidad de infectarse.

## Materiales

- Cucharón, gotero o taza (opcional).
- Botella limpia con rociador.
- Agua.
- Colorante de alimentos.
- Recipiente limpio lleno de agua.
- Papel.
- Fichas distintivas (cacahuetes, macarrón, bolas de algodón, etcétera).
- Bolsas pequeñas.
- Cronómetro o reloj con segundero.

## Conecciones

Todo el mundo ha tenido un resfriado, influenza o una enfermedad estomacal. Cada año, estos padecimientos infecciosos comunes se propagan por todo el mundo, afectando a millones de personas. Los estudiantes saben que muchas enfermedades son contagiosas. El aprender la forma en que los microorganismos patógenos se propagan puede promover hábitos de salud.

## Antecedentes

El cuerpo humano es el hogar

ideal para una gran cantidad de microorganismos, especialmente bacterias, de las cuales la mayor parte son benéficas. De hecho, si no fuera por ellas, probablemente no existiríamos. Nos ayudan a digerir alimentos y producen sustancias, como la vitamina K, que ayuda a que la sangre se coagule. Forman la primera línea de defensa del cuerpo, pues combaten a los virus o bacterias dañinos que hay en la piel o en la boca. En ocasiones, las personas se infectan con un número abrumador de microorganismos patógenos que se establecen en sus fosas nasales, garganta, pulmones, estómago y otras partes del cuerpo. A su vez, la persona infectada los propaga al expeler gotitas de agua de sus pulmones por la saliva o las mucosas, así como en el agua de la orina o de las heces. La transmisión de estos microorganismos de una persona a otra facilita la propagación de enfermedades.

La densidad de la población también es un factor importante en la diseminación de resfriados y diarrea. La probabilidad de que las bacterias o virus causantes de cierta enfermedad se transmitan, aumenta considerablemente cuando las personas están en estrecho contacto unas con otras. Un salón de clases lleno de estudiantes es un sitio ideal para la propagación del resfriado y de la influenza.

Afortunadamente, nuestros cuerpos poseen múltiples formas de combatir la infección. Las vías nasales y la tráquea están recubiertas con diminutas vellosidades que atrapan a los microorganismos patógenos. Una vez que el cuerpo ha sido invadido por estos, puede soportar varios ataques. Ciertos

glóbulos blancos se encargan de buscar a estos seres dañinos y los ingieren, mientras que otros producen anticuerpos que se ajustan a la estructura de los microorganismos patógenos como las piezas de un rompecabezas. Cuando un anticuerpo encuentra a una bacteria o virus dañino, se fija a ellos y los destruye. Esto requiere cierto tiempo, esto es, una semana, para recuperarse de un resfriado, de una influenza o de un virus estomacal.

Para ayudar a nuestro cuerpo a librarnos de algunas enfermedades (tales como el resfriado o la influenza), padres, maestros y la comunidad médica intensifican las medidas preventivas para evitar la presencia de microorganismos patógenos. Estas precauciones incluyen lo siguiente:

- Taparse la boca al estornudar o toser.
- Lavarse las manos después de ir al baño y antes de cada

- comida.
- Evitar compartir utensilios de comida, alimentos y bebidas. También incluyen formas para mantener el cuerpo sano:
  - Beber ocho vasos de agua al día.
  - Dormir ocho o más horas todas las noches.
  - Comer tres alimentos balanceados al día, incluyendo granos, frutas y verduras.
  - Hacer ejercicio de manera regular.
  - Vestir ropa apropiada al clima.

### Procedimiento

#### ▼ Introducción

Abra la discusión pidiendo a los estudiantes que mencionen algunas enfermedades contagiosas. ¿Cuántos de ellos tienen o han tenido resfriado o influenza durante el último mes? ¿Cuáles fueron algunos de los síntomas? Pídale que piensen de qué forma se resfriaron.

Explique a los estudiantes de qué forma podrían haberse

resfriado o tenido diarrea mediante el contacto con el agua. Lea las siguientes historias: "El estornudo", "Estira la mano y toca a alguien" y "La taza común".

Refuerce las historias con las siguientes demostraciones:

- Simule un estornudo esparciendo agua en el aire. Haga que los estudiantes observen cómo el agua se esparce por todo el salón.
- Muestre la forma en que las bacterias y los virus se transmiten por medio del tacto. Pida a un estudiante que se cubra la boca y simule un estornudo y moje su mano completamente con agua (o que se ponga gel con diamantina). Indique al estudiante que le dé la mano a otro estudiante; el segundo le da la mano a un tercero, etc. Entre cada apretón de manos, no deben secarse. ¿Cuántos estudiantes apretaron una mano mojada

## EL ESTORNUDO

Piensa en una persona que está resfriada y estornuda sin cubrirse la boca en una habitación llena de gente. Imagina miles de gotitas de agua cargadas con mucosidad, que vuelan por el aire. Al desaparecer las gotitas surge la risa, por lo fuerte del estornudo. ¿A dónde van las gotitas? Algunas todavía se encuentran en el aire y otras se posaron sobre los alimentos, sobre ti y sobre tus amigos. ¿Podrías resfriarte a causa de estas pequeñas gotas?

### ESTIRA LA MANO Y TOCA A ALGUIEN

¿Creerías que la mayor parte de los virus que ocasionan enfermedades intestinales, estomacales y resfriados se contagian por medio de nuestras manos? Mediante el contacto, los microorganismos pasan de los líquidos de la nariz y de la boca de una persona a alguna cosa (por ejemplo, un lápiz, alimentos, un teléfono) o a otra persona. Cuando otras personas llevan las manos o el objeto cerca de sus bocas, las bacterias o los virus pueden encontrar un nuevo hogar.

**NOTA:** Los virus intestinales y estomacales se propagan por el lavado insuficiente de las manos después de ir al baño.

## LA TAZA COMÚN

Hace cerca de 150 años, en un salón de clases, los estudiantes tomaron el cucharón de mango largo y lo sumergieron en una cubeta con agua para beber de él. Las escuelas y la mayoría de las casas no contaban con agua corriente, así que se llenaba una cubeta con agua y todo mundo bebía con el mismo cucharón.

Cuando las personas aprendieron que el compartir una taza significaba compartir microorganismos patógenos, se prohibió el uso de los cucharones comunes. ¿Qué papel tenía el agua en la propagación de enfermedades?

o con gel? Y, ¿qué pasaría si algunas bacterias o virus dañinos se encontraran en los líquidos "estornudados"? ¿Cómo podrían llegar a la boca los microorganismos que se encuentran en la mano?

**NOTA:** Recuerde a los estudiantes que el lavado inapropiado de las manos después de ir al baño también promueve la propagación de enfermedades por contacto.

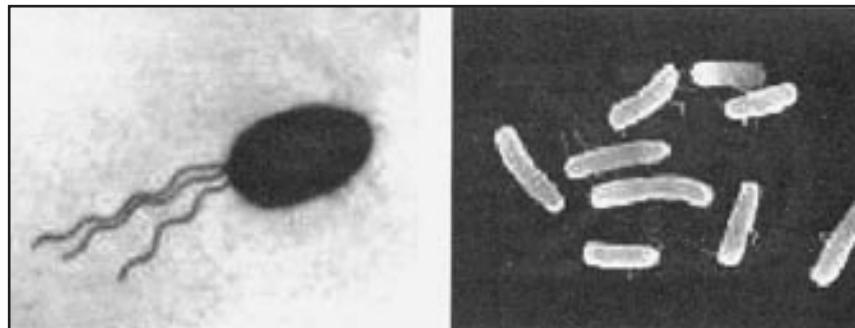
- Demuestre la forma en que los microorganismos se distribuyen en el agua de una jarra. Ponga varias gotas de colorante de alimentos en un recipiente limpio con agua. ¿Qué le pasa a esta? ¿Cómo se asemeja tal acción a la propagación de los seres causantes de enfermedades? ¿Cómo la dispersión de color por toda el agua muestra la forma en que esta ayuda a la propagación de bacterias y virus?

## ▼ Dinámica

### Parte I

1. Haga que los estudiantes escriban una lista de medidas preventivas que ayuden a que sus cuerpos resistan las enfermedades, y que discutan por qué cada una de ellas es importante. Una vez que la lista esté completa, que escriban cada uno de los puntos en forma de pregunta. (Ejemplo: ¿Dormiste ocho horas anoche?) Las preguntas formarán la base de una investigación de la clase.

2. Dirija la investigación de la clase como sigue: Pida a los estudiantes que contesten cada pregunta anotando el signo "+" para "sí" y el signo "-" para "no". Cuando se han contestado todas las preguntas, cada estudiante suma los signos "+" y los signos "-". Pida que encuentren la diferencia entre las dos sumas. Por ejemplo, el estudiante que tiene seis veces sí (+6) y cuatro veces no (-4) tiene un resultado de +2. El que tiene cuatro veces sí (+4) y seis veces no (-6) tiene



Bacteria *Salmonella typhimurium*, causante de la fiebre tifoidea.

Bacteria *Escherichia coli*, causante de gastroenteritis.

un resultado de -2. Asigne a cada estudiante un resultado negativo, neutro o positivo. (El estudiante que tiene +2 tiene un resultado positivo; el que tiene -2 tiene uno negativo.)

3. **Discuta los resultados de la investigación.** ¿Por qué puede ser difícil mantener hábitos saludables?

### Parte II

1. Haga que los estudiantes participen en el juego "No más dolor de panza", en el que uno "enfermo" pega un pedazo de cinta adhesiva a otros, simulando así que ha contagiado a otra persona. Con esto se muestra la forma en que se propagan las enfermedades entre la población. Este juego reforzará la importancia de vivir sanamente y demostrará la rápida transmisión de los microorganismos.

2. Para enseñar el procedimiento, pegue un pedazo de cinta adhesiva a uno de sus estudiantes e indique al resto de la clase que, tanto usted como él, han sido infectados por algún microorganismo y que cada persona enferma tiene la capacidad para contagiar a otras dos. Así, correrán tras otras dos personas y las contagiarán. Los estudiantes recién contagiados harán lo mismo, y así sucesivamente hasta que toda la clase tenga la enfermedad.

3. Juegue una nueva ronda asignando restricciones y fichas como sigue: Los estudiantes que en la parte I obtuvieron resultados

negativos (-) deben brincar sobre una pierna. Los que tuvieron resultados neutros (0) no tendrán restricciones. A los que lograron resultados positivos (+) se les otorgará una ficha.

4. Inicie el juego designando a un estudiante para que tenga un virus o una infección bacteriana. Este jugador debe ponerse la mano sobre la boca para indicar que estornuda, o sobre el vientre para representar un dolor de estómago. El objetivo ahora es "contagiar" (colocar cinta adhesiva) a tantas personas como sea posible.

5. Los jugadores ya contagiados también deben colocar la mano sobre la boca y perseguir a otros jugadores que no lo estén. Los jugadores con ficha a los que se les haya pegado un pedazo de cinta solo una vez, no se transforman. Si son etiquetados una segunda vez, se infectan.

6. Detenga el juego después de dos minutos y registre el número de estudiantes contagiados y no contagiados.

7. Adapte el juego para demostrar la forma en que la densidad de población afecta la propagación de las enfermedades. Extienda el área de juego. La densidad de población (número de personas por metro cuadrado) puede influir en la transmisión de las enfermedades. Con los estudiantes dispersos sobre un área de juegos más grande, se simula la propagación en la

población. ¿Cómo influyó un espacio más grande entre los jugadores sobre el resultado del juego? Pregunte a los estudiantes por qué las personas tienden a resfriarse más en el invierno que en el verano. ¿En qué estación del año es más probable que las personas se encuentren en una habitación cerrada y, por lo tanto, en contacto más estrecho? En el caso de bacterias y virus, ¿es más fácil que se desplacen entre las personas cuando éstas se encuentran en contacto estrecho, o alejadas unas de otras? Los estudiantes pueden simular las condiciones de vida en interiores y la transferencia de las enfermedades cuando se reduce el tamaño del área. ¿Cómo influye todo esto en el resultado?

### ▼ Cierre

Discuta lo que sucede en cada juego de "No más dolor de panza". Determine la forma en que las restricciones y las fichas otorgadas afectaron los resultados. ¿Cuántos estudiantes continuaban sanos después de dos minutos?

Con base en los resultados del juego, exponga los hábitos de salud que pueden proteger de las enfermedades. Haga que la clase prepare y lleve a cabo la representación de hábitos de salud para otros estudiantes. Es posible que los estudiantes deseen jugar con sus amigos y su familia.

### Evaluación

Haga que los estudiantes:

- Expliquen la forma en que el agua y las gotas de agua transmiten microorganismos patógenos (*Introducción*).
- Demuestren la forma en que se propagan estos microorganismos entre la población mediante el juego de pegar etiquetas y correr (*Parte II, Pasos 4 a 7*).
- Relacionen la forma en que los hábitos de salud ayudan a protegerse contra las enfermedades (*Parte I, Paso 1 e Introducción*).

### Extensiones

Invite a una enfermera para que hable ante la clase sobre las enfermedades transmisibles.

¿Por qué permanecemos sanos a pesar de lo que hacemos? ¿Cómo puede resistir nuestro cuerpo las enfermedades? Pida a los estudiantes que investiguen la forma en que los cuerpos las resisten. Con esta nueva información, haga que los estudiantes alteren el juego.

Pida a los estudiantes que hagan comparaciones sobre la cantidad de bacterias de manos lavadas y no lavadas. Ordene cajas de Petri de una compañía de suministros biológicos. Haga que un grupo de estudiantes se lave las manos y que presionen los pulgares en el agar de las cajas de Petri. Sepárelas o etiquételas. Haga que un segundo grupo haga lo mismo, pero sin lavarse las manos. Cubra las cajas de Petri e incúbelos a 32°C por 48 horas. Compare los resultados. Deseche las cajas de Petri en forma adecuada.

### Otros recursos

Echarri, Luis, Contaminación del agua, depuración de los vertidos, *Libro electrónico Ciencias de la Tierra y del medio ambiente*, Escuela de Ingenieros de San Sebastián. Universidad de Navarra. Tema 11, [www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/11CAgu/100CoAcu.htm](http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/11CAgu/100CoAcu.htm)

*Agua Saludable, Gente saludable. Guía para educadores de la calidad del agua*, Project WET International Foundation e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México, 2005.

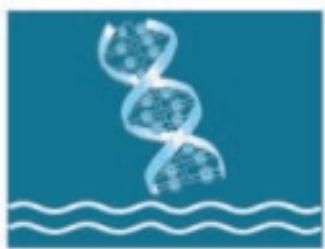
Madigan, M., John Martinko y Jack Parker, Brock, *Biología de los microorganismos*, 10<sup>a</sup> ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1994.

Organización Mundial de la Salud, *Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud: HECHOS Y CIFRAS - actualización de noviembre de 2004*, [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/facts2004/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html)



Contagio de enfermedades en *No más dolor de panza*.

# Rompecabezas



■ **Edad recomendada:**  
De 9 años en adelante.

■ **Disciplinas:**  
Civismo, Medio ambiente,  
Ciencias naturales.

■ **Duración:**  
Preparación:  
Opción 1: 15 minutos.  
Opción 2: 30 minutos.

Dinámica:  
Opción 1: 50 minutos.  
Opción 2: 50 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases

■ **Habilidades:**  
Organizar; analizar; aplicar.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“Como agua para chocolate”  
permite a los estudiantes  
argumentar en pro o en contra  
de la restauración. En “¿De  
quién es el problema?” se  
exploran los efectos a largo  
plazo del desarrollo y de la  
restauración del hábitat.

■ **Vocabulario:**  
Ecosistema, restauración.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Podrías armar un rompecabezas viviente?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes relacionan los desafíos de efectuar proyectos de restauración ambiental con el armado de un rompecabezas, o con la restauración de una olla de barro quebrada.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Describirán los desafíos de restaurar un medio ambiente natural alterado.
- Desarrollarán un plan de restauración de un sitio de la localidad.

## Materiales

- *Fotografías de diversos ecosistemas y de sitios alterados.*
- *Objeto constituido por múltiples partes* (por ejemplo, un reloj despertador descompuesto).

Para la Opción 1:

- *Olla de barro pequeña, maceta o similar* (una por grupo; también pueden moldearla si cuentan con arcilla o barro para artesanías, preferentemente del que no requiere horneado).
- *Gises de colores, plumones o pinturas* (para cada grupo).
- *Pegamento blanco* (uno por grupo).
- *Bolsas pequeñas de plástico* (una por grupo, para meter las ollas antes de romperlas; también se pueden envolver en un trapo).

Para la Opción 2:

- *Radios, relojes, teléfonos u otros objetos viejos formados por múltiples partes.*
- *Herramientas* (desarmador, llave de tuercas, martillo, pinzas).
- *Clavos*

## Conecciones

*Quizá algunos estudiantes hayan reparado mal un reloj o un radio y hayan aprendido que sacar algo es más fácil que ponerlo de vuelta*

*en su lugar. Otros de ellos quizás hayan roto un florero o un plato. Incluso, después de que se pega, el objeto nunca vuelve a ser el mismo de antes. Comparar proyectos de restauración con el armado de un rompecabezas, ayudará a que los estudiantes aprecien los desafíos a que los especialistas deben enfrentarse cuando intentan restaurar sitios alterados, para que recuperen su estado natural.*

## Antecedentes

*Muchas cosas (radios, relojes, bicicletas, rompecabezas) pueden desarmarse y volverse a integrar. Otras cosas (sistemas biológicos, cuencas) son muy difíciles de restaurar. Superficialmente, cada cosa puede verse igual cuando se reintegra a su sitio, pero si se pierden una o varias partes, se dejan fuera, o no se colocan en relación apropiada con las otras, ni el reloj ni el ecosistema funcionarán ya con eficiencia.*

Los sistemas naturales (por ejemplo, cuencas, ecosistemas) son arreglos complejos de factores físicos (geología, topografía, suelos y clima, ciclos de nutrientes, agua, etc.) y componentes biológicos (comunidades de plantas y animales). Aunque la complejidad y la diversidad tienden a fortalecer los sistemas no alterados de la naturaleza, mientras más componentes e interrelaciones tienen esos sistemas, más difícil es restaurarlos si son dañados o si se los altera.

Los sistemas naturales pueden ser alterados tanto por eventos naturales ( huracanes, erupciones volcánicas, tornados, inundaciones, etc.), como por actividades humanas. Estas actividades (minería, construcción de presas, explotación petrolera, introducción de especies exóticas, urbanización, etc.) se efectúan

para cubrir las necesidades de las poblaciones en crecimiento. Muchas de estas prácticas se produjeron antes de que las personas estuvieran conscientes de las consecuencias ecológicas de alterar los ecosistemas, tales como: contaminación del agua subterránea y superficial, deforestación, erosión, pérdida de especies de vida silvestre e intrusión de agua salina, entre muchas otras.

Los procesos y asociaciones ecológicas, como los nichos, las redes alimenticias, las pirámides de números, las relaciones depredador-presa y varios ciclos como el del carbono, nitrógeno, azufre y agua, enlazan los sistemas naturales como hilos de la compleja red de la vida. Los proyectos de restauración se realizan con la esperanza de regresar los sistemas ecológicos a su estado natural. No obstante, como una olla de barro que se rompe en muchas partes y no tiene reparación, un ecosistema fragmentado, con componentes alterados de manera permanente, puede ser difícil de integrar de nuevo. Además, como quizás las alteraciones al sistema se produjeron muchos años antes, pueden faltar partes o haberse perdido el conocimiento de cómo se veía el sitio originalmente.

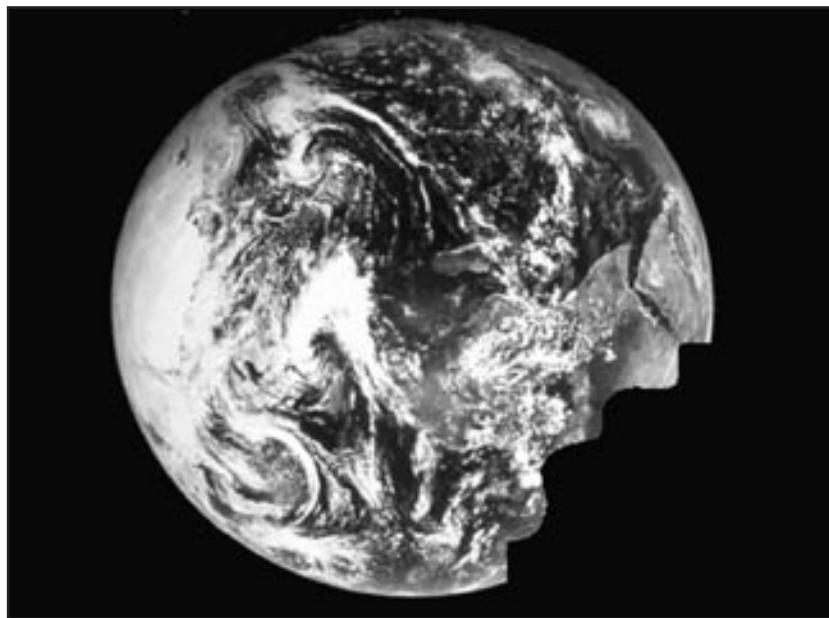
La restauración no exime de la protección y preservación de sistemas naturales no alterados, pero si estos ya han sufrido alguna afectación, la solución más prometedora es la restauración.

La restauración de medios acuáticos contaminados o alterados es un ejemplo sobresaliente tanto de la ingenuidad del ser humano como de la capacidad de la Tierra para curar las heridas pasadas; el suelo y el agua pueden ser restaurados hasta casi igualar sus condiciones naturales. En muchos países existen leyes que requieren el mejoramiento y la protección de la tierra desde hace varias décadas. No obstante, no hace mucho tiempo, la restauración de la tierra alterada y de los recursos acuáticos no recibían ninguna consideración. El uso de la tierra y del agua era un procedimiento operacional normal, que luego se abandonaba. Hoy en día, esta práctica es vista como contraproducente; sin embargo, hace cien, cincuenta o inclusive treinta años, a la mayor parte de quienes afectaban la tierra y el agua no se les pedía que restauraran los sitios deteriorados.

Los tiempos han cambiado, y lo mismo ha sucedido con las actitudes de las personas hacia la

restauración del medio ambiente. A muchas áreas que una vez se consideraron contaminadas sin recuperación posible o alteradas permanentemente, se las considera ahora como proyectos de restauración. Las tecnologías nuevas, las leyes, los cambios en la actitud de la sociedad hacia el medio ambiente y los recursos financieros, hacen posible la restauración de sitios previamente olvidados o abandonados. Las agencias de gobierno, las compañías mineras, las compañías silvicultoras, los agricultores, las compañías constructoras, las industrias y otros propietarios de tierras están involucrados actualmente en numerosos proyectos de restauración.

La restauración puede verse como una forma de compensar el pasado. A los jóvenes les ofrece esperanza y optimismo. Un solo estudiante, una familia, un vecindario, un salón de clases, o un sistema escolar pueden identificar, guiar, movilizar recursos y ayudar de una u otra forma a realizar un proyecto de restauración. Pocos logros tendrían un impacto más positivo en los jóvenes que saber que han ayudado a restaurar un sitio natural.





Hundimiento del buque tanque petrolero *Jessica* el 16 de enero de 2001 en las islas Galápagos. Foto: Heidi Snell.

En todos los países se llevan a cabo acciones de restauración y de conservación. La comunidad que emprende esfuerzos de reforestación, está haciendo su parte. La familia que se niega a comprar especies en peligro como mascotas, aporta lo suyo. La industria que trata la tierra y el agua de un sitio contaminado por su actividad, y lo transforma en un parque, también contribuye. El gobierno local que se preocupa por no tener tiraderos de basura a cielo abierto y por cumplir con normas ecológicas, asume su papel. Igualmente lo hace el gobierno que vigila el manejo y disposición de residuos peligrosos, o que decreta áreas naturales protegidas.

Los derrames petroleros son un claro ejemplo de afectaciones severas a ecosistemas, y han dado lugar también a múltiples proyectos tanto de restauración como de conservación. Un caso es el ocurrido en el archipiélago de

las islas Galápagos, Patrimonio Natural de la Humanidad y fuente de una asombrosa biodiversidad. El 16 de enero de 2001, el buque tanque *Jessica* encalló frente a la isla San Cristóbal, derramando en las aguas del archipiélago 684,000 de los más de 900,000 litros de combustible que transportaba. Esto dio lugar al proyecto *Derrame de Combustible en Galápagos: Rehabilitación y Conservación del Medio Ambiente*, que propone llevar adelante un programa integrado para fomentar la prevención y reducir la amenaza por derrames de combustibles, contribuyendo así a la estabilidad humana y del medio ambiente. El Gobierno del Ecuador ha demostrado su fuerte compromiso para la conservación, habiendo reservado 97% del territorio de este archipiélago como Parque Nacional y creado una gran Reserva Marina, acciones consideradas como ejemplares ya que han protegido

al archipiélago de severas presiones antropogénicas. Pero las amenazas permanecen; una de ellas es el riesgo de derrames de combustible, por lo que este proyecto pretende proporcionar fondos para restaurar el ecosistema afectado y formular planes de contingencia y prevención para riesgos futuros, llevando a cabo diferentes actividades para prevenir impactos. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, a solicitud del Ministerio del Ambiente de Ecuador, implementa este proyecto financiado por el Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF) y tiene como objetivo principal reducir los impactos de accidentes sobre el ecosistema de Galápagos y sus habitantes.

Otro ejemplo extraordinario de restauración lo encontramos en este mismo archipiélago, en el *Proyecto Isabela*, el más grande de erradicación de especies invasoras

en el mundo, que tuvo por objetivo eliminar las cabras en la parte norte de la isla Isabela, y en su vecina isla Santiago. Las cabras fueron introducidas en siglos pasados, para su subsistencia, por piratas, inmigrantes y cazadores de focas y ballenas. Dada su gran adaptabilidad, proliferaron rápidamente, alimentándose de plantas nativas mientras se desplazaban por las laderas volcánicas en grandes rebaños. Llegaron a eliminar la cobertura protectora de vegetación, provocando la erosión del suelo. Esto, a su vez, alteró el ecosistema, dejando sin alimento a las tortugas y a otras especies propias de las islas. En 2006, la Fundación Charles Darwin y el Parque Nacional Galápagos anunciaron que el Proyecto logró su cometido: no solo las cabras, sino también otras especies invasoras —en particular burros, cerdos y algunas especies de plantas—, fueron eliminadas. Hoy, Isabela Norte y Santiago están libres de estos invasores.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Muestre a los estudiantes fotografías de diversos ecosistemas. Resalte la complejidad de la red de vida que en ellos se desarrolla. De preferencia, pídale a los estudiantes que investiguen acerca de los elementos bióticos y abióticos de su ecosistema favorito, y de sus redes alimenticias.

Muestre a los estudiantes un objeto viejo que contenga múltiples partes. Pida a los alumnos que especulen qué tan fácil o difícil sería separar sus partes y juntarlas nuevamente. Pídale a los estudiantes que escuchen las razones para intentar restaurar o reemplazar algo que aún puede ser útil.

### ▼ Dinámica

A continuación se dan dos opciones para sensibilizar acerca de la importancia de los ecosistemas y de su conservación y restauración.

#### Opción 1

1. Divida la clase en grupos pequeños. Dé a cada uno una olla de barro y gises de colores. Pídale a los estudiantes que dibujen en el exterior de la olla un ecosistema de su elección (si cuentan con tiempo para esperar a que sequen, pueden emplear acuarelas).

2. Cuando hayan terminado de dibujar el ecosistema (procurando incluir elementos bióticos, abióticos, redes alimenticias, etc.), haga que muestren y expliquen su trabajo al grupo.

3. Explique a los estudiantes que con frecuencia los eventos naturales (inundaciones, incendios, huracanes, tornados) y las actividades humanas (minería, agricultura, ganadería, industria) afectan los hábitats. Muestre al grupo fotografías de sitios alterados. ¿Qué consideran los estudiantes que debe hacerse cuando esto sucede? Explique que una solución es la restauración. Haga una lista de las razones para llevar a cabo la restauración de sistemas (control de la erosión, control de inundaciones, conservación de la vida silvestre, estética, conservación de la calidad y cantidad del agua).

4. Infórmale a los estudiantes que su ecosistema (olla), desafortunadamente sufrió una alteración. Para representar esto, distribuya a cada equipo una bolsa de plástico para guardar la olla y pídale a los estudiantes que la dejen caer al suelo.

**NOTA:** Es importante que el profesor supervise de cerca esta parte de la dinámica.

5. Despues de que cada grupo haya roto su olla (es decir, alterado su ecosistema), pídale a los estudiantes que la saquen cuidadosamente de la bolsa y que entre todos intenten repararla. Muchos pedazos serán lo suficientemente grandes como para reconstituir la olla con precisión, pero algunos otros podrán ser demasiado pequeños o delicados, lo que dificultará su

colocación.

6. Haga que un representante de cada grupo informe de los éxitos y fracasos en su esfuerzo por restaurar su ecosistema (olla). Esto enfatiza el punto de que las partes de un sistema deben embonar adecuadamente, y que su conocimiento incompleto puede complicar su restauración (aun si la olla ha sido pegada apropiadamente, será diferente de la original).

#### Opción 2

1. Elija varios artículos viejos en desuso (una sartén con mango, un reloj, un radio, un juguete) para que los estudiantes los desarmen.

2. Divida la clase en grupos equivalentes al número de objetos disponibles para ser desarmados. Algunos objetos (como la sartén con mango) son relativamente fáciles de armar después de que han sido desarmados, y requieren pocos recursos. Esta acción es análoga a restaurar un lugar en los patios de la escuela donde, por ejemplo, un camión haya dejado una huella con sus neumáticos. Unas cuantas paladas de tierra, un poco de compactación, algunas semillas de pasto, y en unas cuantas semanas el punto se habrá restaurado. Por otra parte, algunos proyectos de restauración son de magnitud monumental y requieren grandes cantidades de dinero, energía y tiempo. Emplee un reloj desarmado para demostrar este tipo de proyectos.

3. Indique a cada grupo que desarme el objeto asignado hasta en sus piezas más pequeñas. Las piezas deberán colocarse en un recipiente que tenga el número del grupo.

4. Pida a un grupo que intente armar el objeto de otro. Pídale a los estudiantes que resuman los desafíos de reunir las piezas. Recalque que muchos proyectos de restauración se llevan a cabo por medio de personas distintas a las que desmantelaron o contaminaron el

medio ambiente.

**5. Dependiendo de la edad de los estudiantes y de la dificultad para desarmar y armar los objetos, elimine varias partes de cada uno de estos. Las partes eliminadas representan las plantas y animales, o un cambio significativo introducido en la tierra, el aire o el agua de un sitio.** (¿De qué manera propondrían los estudiantes que se armasen los objetos sin todas las partes? ¿Podrían reconstruir algunas de ellas?).

#### ▼ Cierre

Comente la relación del ejercicio con los proyectos de restauración de la vida real. Pida a los estudiantes que resuman por qué los ecosistemas se alteran y por qué son difíciles de restaurar. ¿Creen que es importante conservar los ecosistemas? ¿Es ello factible?

Al reconocer la necesidad de que los seres humanos continúen empleando recursos naturales, pida a los estudiantes que identifiquen estrategias para mantener la integridad de los ecosistemas (inventario de especies vegetales y animales, control de la calidad del agua, empleo de Mejores Prácticas, etcétera).

Pida a los estudiantes que identifiquen un proyecto potencial de restauración relacionado con el agua. Deberán considerar lo siguiente: establecimiento de un objetivo de restauración; formulación de un plan de restauración; predicción de las dificultades; análisis de los costos; determinación de un límite de tiempo; proyección de los resultados (por ejemplo, ilustrar el aspecto posible de un sitio restaurado); mantenimiento de los

sitios restaurados. Si el proyecto resulta viable y los estudiantes emprenden la restauración de un sitio, pídale que lleven un diario del proyecto o bitácora, y que envíen copias del mismo a otros docentes y estudiantes. También pueden ponerse en contacto con el periódico local y pedir que un reportero los entreviste para una artículo de primera plana. Ayúdeles a escribir la historia sobre el proyecto. Envíe la historia a una o más organizaciones nacionales del medio ambiente.

#### Evaluación

Pida a los estudiantes que:

- Expliquen o demuestren la razón por la que a algunos sistemas alterados no se los puede regresar a su estado original (**Opción 1**, pasos 5 y 6; **Opción 2**, pasos 4 y 5).
- Relacionen el desafío de reunir las piezas de una olla quebrada o de un reloj viejo (o un radio, rompecabezas, etc.) con el de restaurar proyectos de la vida real (**Opción 1**, pasos 5 y 6; **Opción 2**, pasos 4 y 5).
- Desarrollen y participen en un plan de restauración de un sitio local (*Cierre*).

Al terminar la dinámica, para una evaluación complementaria pida a los estudiantes que:

- Analicen la importancia de los proyectos de restauración y los elementos que contribuyen a su éxito o a su fracaso.

#### Extensiones

Pida a los estudiantes que investiguen sobre los proyectos de restauración, relacionados con el agua, que se estén llevándose a cabo a escalas local, regional, nacional o internacional.

Pónganse en contacto con la Secretaría o Ministerio encargado de los recursos naturales de su país, para obtener información

sobre proyectos de restauración ambiental. Visiten la página de la Unión Mundial por la Naturaleza u otras similares para conocer más proyectos y formas de participar. Organice una visita a algún lugar cercano que se esté tratando de conservar o restaurar.

#### Otros recursos

Cantoni, Norma, Ecología. *Aventuras con la Ciencia*, Editorial Albatros, Buenos Aires, 1997.

Charles Darwin Foundation for the Galapagos Islands, *Biological Impacts of the Jessica Oil Spill on the Galápagos Environment*, Final Report, 2002. [www.darwinfoundation.org](http://www.darwinfoundation.org)

González Gaudiano, Edgar et al. *Conocimiento del ambiente y prevención de riesgos en la familia y en la comunidad*. Los libros de papá y mamá. Secretaría de Educación Pública, México, 2006.

Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), [www.undp.org/gef](http://www.undp.org/gef)

Fundación Charles Darwin para las islas Galápagos, [www.darwinfoundation.org/Islas\\_Galapagos.html](http://www.darwinfoundation.org/Islas_Galapagos.html)

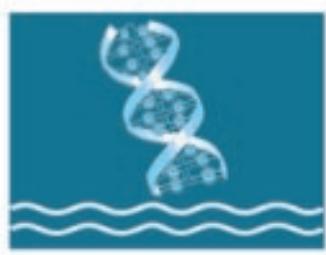
La Iniciativa de la Carta de la Tierra. [www.cartadelatierra.org](http://www.cartadelatierra.org)

Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), [www.pnuma.org](http://www.pnuma.org)

The Nature Conservancy, [www.tnc.org](http://www.tnc.org)

Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN), Oficina Regional para Mesoamérica: [www.iucn.org/places/orma](http://www.iucn.org/places/orma) Oficina Regional para América del Sur: [www.sur.iucn.org/](http://www.sur.iucn.org/)

# Suma de las partes



■ **Edad recomendada:**  
De 9 a 15 años.

■ **Disciplinas:**  
Medio ambiente, Civismo,  
Ciencias naturales.

■ **Duración:**  
Preparación:  
50 minutos.

Dinámica:  
50 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases.

■ **Habilidades:**  
Observar, organizar, analizar,  
interpretar, proponer  
soluciones.

■ **Propuestas relacionadas:**  
Esta dinámica se puede  
enriquecer desarrollando  
también: "Agua para todos",  
acerca de la creciente demanda  
del agua; "Agua segura para  
todos", que aborda cuestiones  
de la calidad del propio recurso  
hídrico; "Buscamos soluciones",  
que se refiere a diversos  
problemas ambientales, y "¿De  
quién es el problema?", que  
ayuda a comprender la relación  
entre problemas locales y  
globales.

■ **Vocabulario:**  
Berma, contaminación puntual,  
contaminación no puntual,  
Mejores Prácticas, cuenca.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*La playa de tu nueva casa de recreo,  
frente a un río, amanece contaminada  
con aceite, materiales de construcción  
y excremento de animales. ¿De dónde  
provine tanta basura?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes demuestran  
que en la actualidad todas  
las personas contribuyen a la  
contaminación del río que fluye  
a través de la cuenca en que  
habitan, y reconocen que esta  
contaminación puede reducirse.

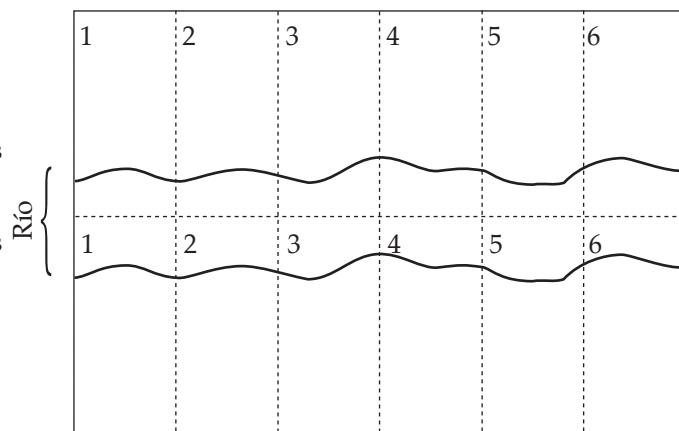
## Objetivos

Los estudiantes:

- Diferenciarán la contaminación puntual de la no puntual o difusa.
- Reconocerán que todas las personas contaminan y son responsables de la calidad del agua de los ríos o lagos de la cuenca en que habitan.
- Identificarán las Mejores Prácticas para reducir la contaminación.

## Materiales

• *Hojas de rotafolio.* Empleando  
un marcador de color azul,  
dibuje y coloree un río, como  
se muestra abajo. Divídalo por  
la mitad en el sentido del curso  
de la corriente, y por secciones  
en sentido transversal. Cada  
una incluirá una parte del río y  
espacio en blanco, para que los  
estudiantes puedan dibujar. El  
número de  
secciones  
deberá ser  
igual al  
número de  
estudiantes  
o grupos  
de  
estudiantes  
que  
trabajen  
juntos.  
Numere  
las  
secciones



de un lado del río en orden  
secuencial, colocando los  
números en la parte superior  
izquierda y repitiendo esta  
acción en la otra parte. Corte  
las secciones del río (para  
mayor durabilidad, estas  
pueden enmascararse).

- Marcadores y lápices de colores.
- Artículos de escritorio (por ejemplo, lápices, clips, libros).

## Conexiones

Con toda seguridad, la mayor  
parte de los estudiantes han  
asistido a un evento masivo  
(concierto, deportes) y se han  
asombrado de la cantidad de  
basura que queda después.  
Aunque cada quien, en forma  
individual, probablemente no  
dejaría mucha en el piso, si  
quinientas, mil, o más personas  
hacen lo mismo, la cantidad total  
será grande. Observar la forma  
en que los estudiantes pueden  
contribuir de manera positiva o  
negativa a la calidad del agua, les  
ayudará a apreciar el papel que  
desempeñan en su manejo.

## Antecedentes

La calidad del agua de un río o  
de un lago es, en gran parte, el  
reflejo de los usos del suelo y  
de los factores naturales de su  
cuenca. Si el suelo cercano a un  
río o a un lago se erosiona en  
forma natural, hay probabilidad

de que el río presente problemas de sedimentación y turbidez. Si el suelo posee una cubierta vegetal estable, la erosión se contiene. Cuando los seres humanos se establecen y cultivan la tierra, se afecta la calidad del agua. Eliminar yerbas, deforestar, construir ciudades, hacer trabajos de minería y otros usos del suelo causan impacto en la calidad del agua.

Todos tenemos responsabilidad sobre la salud de los sistemas acuáticos (ríos, lagos, humedales, etc.) de nuestra cuenca hidrológica. A esto se agregan las acciones individuales, tanto negativas como positivas. La comprensión de la calidad y la cantidad del agua de un río o de un lago implica investigar la condición de toda la cuenca en la que se ubican. Si la cuenca de un río está contaminada, existe una buena probabilidad de que él también lo esté.

Se llevan a cabo investigaciones sobre cuencas hidrológicas por muchos motivos. Algunas vigilan los cambios en los flujos del río o arroyo a través del tiempo, para proteger las pesquerías, regular las inundaciones o cubrir las demandas estacionales de agua. Otros estudios determinan el mejor método para proteger de contaminantes un río o un lago. El objetivo de un investigador podría ser determinar qué áreas de la cuenca contribuyen con un mayor porcentaje de contaminantes. Esta información es de suma importancia para los legisladores y administradores del agua, para determinar la forma más provechosa de invertir el dinero en mejoras. Por ejemplo, la mayor parte de los proyectos de mejora de lagos atiende tanto los problemas de la cuenca, así como los del propio lago. Sería infructuoso gastar miles, o incluso millones de dólares, en limpiar un lago, si por los problemas que presenta la cuenca se contaminará de nuevo.

Cuando los administradores de una cuenca hacen investigaciones

## Principales fuentes de contaminación no puntual o difusa y Mejores Prácticas

Fuente	Mejores prácticas:
Carreteras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depósito de pinturas, solventes y derivados del petróleo en las calles, en sitios destinados a ello, y no en los drenajes pluviales o las alcantarillas.</li> <li>• Reparación de fugas de combustibles y aceites de automóviles.</li> <li>• Abstención de tirar aceite en caminos rurales.</li> <li>• Uso de anticongelantes naturales (arena y ceniza) en caminos, aceras y entradas particulares.</li> <li>• Construcción de presas de sedimentación y captación de agua pluvial.</li> <li>• Reducción del impacto de las avenidas mediante la construcción de terrazas y presas de captación, así como del desarrollo de cubierta vegetal.</li> <li>• Lectura y acatamiento de las instrucciones de las etiquetas, y solicitud de instrucciones de aplicación antes de usar sustancias químicas, fertilizantes y pesticidas.</li> </ul>
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo de cultivos de conservación.</li> <li>• Empleo de agricultura de contorno.</li> <li>• Empleo de cultivos en franjas.</li> <li>• Apertura de líneas de infiltración y construcción de bordos a lo largo de humedales y arroyos.</li> <li>• Empleo de una cubierta vegetal para proteger el suelo expuesto.</li> <li>• Rotación de cultivos.</li> <li>• Empleo de franjas o cinturones vegetales como refugio y rompevientos.</li> <li>• Institución de la administración de pastizales.</li> <li>• Uso del terraceo para evitar la erosión.</li> <li>• Construcción, en las áreas de ganado confinado, de un depósito para recolectar el excremento y de estanques para tratar las aguas residuales.</li> <li>• Siembra y mantenimiento de pastos en los bordos de los cuerpos de agua.</li> <li>• Sellado de pozos abandonados o con desperdicios.</li> <li>• Cercado de los cuerpos de agua, para reducir la zona ribereña de impacto por el ganado.</li> </ul>
Aserraderos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia del agua a la entrada y a la salida de los mismos.</li> <li>• Construcción de terrazas, presas de captación y filtros naturales en ríos y lagos, para evitar que los sedimentos lleguen a ellos.</li> <li>• Diseño y construcción de una zona de amortiguamiento con plantas en las áreas ribereñas.</li> <li>• Reforestación.</li> </ul>
Minería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de un plan para reducir la erosión de los caminos.</li> <li>• Vigilancia de los sitios mineros donde haya entradas y salidas de agua.</li> <li>• Protección del agua no contaminada abriendo un nuevo cauce para evitar que pase por áreas contaminadas. (¡Mantén limpia el agua limpia!)</li> <li>• Construcción de presas de captación y terrazas, y desarrollo de cubiertas vegetales, para retener sedimentos y prevenir la erosión.</li> <li>• Captación y tratamiento del agua contaminada. (¡Limpie el agua contaminada!)</li> <li>• Estabilización de los canales de agua.</li> <li>• Estabilización de las áreas de disposición de los residuos mineros, para evitar la salida de materiales a los torrentes.</li> </ul>
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento de franjas de amortiguamiento a lo largo de los ríos.</li> <li>• Diseño y desarrollo de un plan de control de sedimentos.</li> <li>• Desarrollo de cubiertas vegetales para reducir la erosión.</li> <li>• Depósito de pinturas, solventes y otros desperdicios en los lugares aprobados para tal propósito.</li> <li>• Construcción de diques pequeños y temporales, para reducir la velocidad de flujo y captar el agua de las avenidas.</li> <li>• Construcción de presas para sedimentos (gaviones) y captación de los arrastres de las construcciones.</li> <li>• Construcción de bermas con tierra y filtros para lluvia, antes de que esta penetre el cuerpo de agua.</li> </ul>
Uso residencial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo de anticongelantes naturales (arena y ceniza) en las calles y aceras de zonas residenciales.</li> <li>• Lectura de las instrucciones de las etiquetas, antes de emplear pesticidas y fertilizantes.</li> <li>• Cultivo de cactáceas o empleo de la técnica para zonas semidesérticas llamada "xeriscapúa".</li> <li>• Empleo de abonos naturales (composta) en los jardines.</li> <li>• Depósito de los desperdicios caseros peligrosos en los lugares aprobados para ello.</li> <li>• Mantenimiento de fosas sépticas si no se dispone de un drenaje de aguas negras.</li> </ul>

sobre las prácticas de uso del suelo que podrían afectar la calidad del agua, su preocupación principal se centra en dos fuentes generales de contaminación: la puntual y la no puntual o difusa.

La primera (CP) incluye contaminantes que son descargados por un punto u origen identificable, y que pueden ser rastreados hasta ese sitio. Por ejemplo, la descarga de la chimenea de una fábrica o un canal de desagüe. La segunda (CNP), se produce cuando el origen de la contaminación no puede identificarse. Es decir, que puede provenir de uno o de varios sitios. Los ejemplos de contaminación no puntual incluyen escurreimientos de campos agrícolas que contienen fertilizantes y pesticidas, aceite para motor que llega de las áreas urbanas y sedimentos originados por la erosión de los bancos de los ríos.

Tanto el agua superficial como la subterránea pueden transportar contaminantes, tanto de fuentes fijas (CP) como de móviles (CNP). Como los contaminantes de fuentes fijas (CP) pueden ser identificables, son fáciles de estudiar.

Proteger de la CNP los recursos hídricos superficiales y subterráneos representa un gran reto, debido a la propagación y naturaleza diversa del problema. Los administradores de la tierra y del agua confían en los métodos llamados "Mejores Prácticas" o MP, diseñados para reducir o eliminar los problemas de CNP. En el recuadro anexo aparece una lista de fuentes no puntuales de contaminación, así como varias

Mejores Prácticas.

### Procedimiento

#### ▼ Introducción

Determine el conocimiento de los estudiantes, preguntándoles: ¿Qué es una cuenca? ¿En qué cuenca viven? Pídale que mencionen varios ríos importantes (por ejemplo, los ríos De la Plata o Amazonas en América del Sur, el Bravo en la frontera entre México y los Estados Unidos o el Lempa en Centroamérica). ¿Dónde se originan y dónde terminan? ¿Cuántos países, provincias o estados atraviesa cada uno?

Discutan sobre los tipos predominantes de usos de suelo que se observan a lo largo de un río. ¿Consideran los estudiantes que estas prácticas podrían afectarlo? ¿Qué actitud consideran que tendrían los residentes de las provincias o estados de río abajo respecto al agua que reciben de parte de los vecinos que viven río arriba?

#### ▼ Dinámica

1. Informe a los estudiantes que acaban de heredar una propiedad frente a un río, así como diez millones de dólares. Pídale que hagan una lista de las formas en que usarán la tierra y el dinero.

2. Entréguele los "terrenos", así como los lápices de color y los marcadores. Explíquele que el azul representa el agua y que el espacio en blanco es la tierra de la cual son propietarios. Dígale que con sus diez millones de dólares podrán desarrollar la propiedad a su gusto. Pueden realizar actividades agrícolas o de cría de ganado; construir centros

de recreación, casas, fábricas o parques; reforestar o talar, hacer trabajos de minería; lo que ellos gusten.

3. Cuando los estudiantes terminen sus dibujos, pídale que busquen un número en la parte superior izquierda de su propiedad. Explique que cada pedazo es en realidad parte de un rompecabezas. Comenzando por el número uno, pídale que reúnan sus piezas. Con ellas van a formar el curso del río y sus zonas aledañas, en el orden adecuado: los números 1 se colocarán uno frente al otro, con los números 2 junto a ellos, y así sucesivamente.

4. Empezando "aguas arriba", pida a uno de los equipos de los terrenos marcados con el número 1, que describan la forma en que dieron uso a su tierra, y cómo emplearon el agua. Deberán identificar cualquiera de las acciones que contaminan el agua o arrojan a ella materiales de desecho. Entréguele un artículo proveniente de sus escritorios (libro, papel, borrador, lápiz) para representar cada una de esas "contribuciones negativas". Para un efecto más dramático, también puede utilizar verdadera basura generada en la escuela (envolturas de alimentos, botellas de plástico, envases de productos para limpieza).

5. Pida al primer equipo que entregue su contaminación al equipo de enfrente y repita los pasos descritos en el punto anterior. Al finalizar, pida al segundo equipo que entregue la suya (que incluye la del primer grupo) a sus vecinos de aguas

#### Aguas arriba



#### Aguas abajo





Simulacro de contaminación puntual y no puntual, durante la actividad  
*Suma de las partes.*

abajo, (terrenos número dos) y repita sucesivamente hasta llegar a la “desembocadura” del río, donde se acumulará la contaminación generada por todos.

#### ▼ Cierre

Después de que toda la contaminación llegue río abajo, pida al grupo que discuta sobre la dinámica. ¿Qué sentimientos albergan los equipos de la desembocadura respecto de los que se encuentran en medio o en el otro extremo? ¿Piensan que se requieren planes de desarrollo y uso del suelo en la región? ¿Se afectaría un equipo que se encuentra río abajo por las acciones de un equipo de río arriba? ¿Podrían alterar los usuarios de río arriba la calidad del agua de los de río abajo?

Pida a los estudiantes que recuperen sus artículos. Explíquenes que éstos son fácilmente identificables, como es el caso de la contaminación puntual. Otros artículos (por ejemplo, lápices, clips, papel de cuaderno) pueden ser más difíciles de recuperar, porque estos contaminantes se originan

en puntos múltiples. Estos artículos representan a la contaminación no puntual (CNP).

Como actividad de seguimiento, pida a cada estudiante que escriba un párrafo en el que detalle las formas de reducir la cantidad de contaminación que produjo. (Dígales que relacionen las *Fuentes de CNP y MP* que aparecen en **Antecedentes**.) Los estudiantes pueden hacer investigaciones sobre los reglamentos que regulan las propiedades ubicadas frente a cuerpos de agua de la comunidad. Si consideran que sus manuales y reglamentos son mal aplicados, es posible que quieran escribir cartas a los funcionarios del gobierno local, relacionadas con la legislación para el ambiente y el uso del suelo.

#### Evaluación

Pida a los alumnos que:

- Expresen sus opiniones sobre las contribuciones individuales a la calidad total del agua (*Cierre*).
- Escriban un párrafo que identifique lo que ellos pueden hacer para proteger la calidad del agua (*Cierre*).
- Establezcan la diferencia entre contaminación puntual y no puntual o difusa (*Cierre*).

Al terminar la dinámica, para una evaluación complementaria, pida a los estudiantes que:

- Hagan el diseño de una comunidad que emplee “Mejores Prácticas” que permitan arrojar contaminantes en mínima cantidad.

#### Extensiones

En vez de un río, pida a los estudiantes que representen un sistema lagunar. Uno de ellos representará un lago. Un grupo rodeará a este, simulando casas construidas en torno suyo. Otros se colocarán en fila a partir del lago, y serán corrientes que fluyen hacia él. Los estudiantes pasan sus artículos río abajo y al lago, hasta que se acumulen por completo junto a la persona que representa al dicho cuerpo de agua.

Pida a los estudiantes que adapten la actividad para representar un sistema ribereño que incluya tributarios fluyendo hacia el cauce principal.

Complete la actividad principal empleando usuarios de agua reales que habiten en la misma cuenca que los estudiantes. O asigne a los estudiantes diversos papeles (granjeros, industriales, hoteleros, etc.) y pídale que utilicen su tierra de acuerdo con ese papel. ¿Cómo administrarían la tierra para proteger el recurso hídrico?

#### Otros recursos

Bonfil, Martín, *La dosis hace el veneno. Contaminación por desechos tóxicos*, Colección Básica del Medio Ambiente, Somedicyt –Semarnap, México, 1996.

Braus, Judy (ed.), *NatureScope: Pollution, Problems and Solutions*, National Wildlife Federation, Washington, 1990.

Cech, Thomas V., *Principles of water resources: history, development, management, and policy*, John Wiley & Sons, Inc., s/l, 2003.

Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable (Semarnat), *Casi todo lo que un ama de casa quería saber acerca de la protección del medio ambiente, pero no sabía a quién preguntar*, Editorial Cambio XXI, México, 1998.

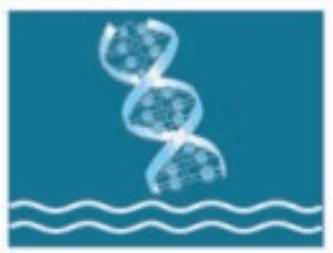
Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable (Semarnat), *Más de 100 consejos para cuidar el ambiente desde mi hogar*, Semarnat, México, 2004.

Emil, Jane, *Los ríos y sus maravillas*, Sistemas Técnicos de Edición, S.A. de C.V., México, 1992.

Llamas, Andreu, *El río, Secuencias de la tierra y el espacio*, Ediciones Lema, S.L., s/l, 1996.

Modelo Enviroscape. Maqueta interactiva para reforzar el concepto de cuenca, de contaminación no puntual o difusa y de Mejores Prácticas. [www.enviroscape.com](http://www.enviroscape.com)

# Superdetectives



- **Edad recomendada:** De 12 años en adelante.
- **Disciplinas:** Ciencias Naturales, Geografía.
- **Duración:** Preparación: 50 minutos. Dinámica: 50 minutos.
- **Lugar:** Salón de clases.
- **Habilidades:** Convivencia, organización, análisis, interpretación, hacer conclusiones.
- **Propuestas relacionadas:** Para profundizar respecto de las enfermedades hidrotransmitidas, consulte "No más dolor de panza", en donde se abordan las formas en que son propagadas, y cómo pueden prevenirse.
- **Vocabulario:** Enfermedad hidrotransmitida, patógeno, epidemiología, bacteria, protozoario, virus.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*Si te gustan los enigmas y la intriga, esta dinámica es para ti.*

## ▼ Resumen

Los estudiantes aprenden sobre la diversidad de enfermedades hidrotransmitidas (transmitidas por el agua), y sobre el papel de la epidemiología en su control, al buscar a otros estudiantes que se hayan "contagiado" de la misma enfermedad que ellos "padecen".

## Objetivos

Los estudiantes:

- Identificarán la función del agua en la transmisión de enfermedades.
- Compararán los síntomas de varias enfermedades hidrotransmitidas.
- Analizarán las características de los ambientes que promueven la transmisión de estas enfermedades.

## Materiales

- Síntomas de las enfermedades (haga por lo menos dos copias de las páginas de *Enfermedades comunes transmitidas por el agua; y tarjetas de síntomas*; corte y coloque una enfermedad por sobre, en sobres separados. Si hay más de 24 estudiantes por clase, haga juegos extra. (Ver ilustración).
- Copias de *Descripciones de las enfermedades*.
- Lápices y cuadernos (opcional).
- Mapamundi.

## Conexiones

Con seguridad los estudiantes habrán escuchado que la gente se enferma porque ha ingerido o estado en contacto con agua contaminada; tal es el caso de los bebés, quienes se enferman con facilidad y al hacerse la investigación de las causas, es frecuente encontrar que los biberones o los objetos que se llevan a la boca fueron lavados

con agua que no estaba hervida. Otro caso frecuente es el de las personas que manifiestan algún cuadro clínico porque, según se desprende del interrogatorio médico, ingirieron frutas o verduras que habían sido regadas o lavadas con agua contaminada, sobre todo cuando fueron compradas en la calle. Precisamente, esta clara relación entre la ingestión de agua contaminada y la presencia de una enfermedad, es la que se pretende mostrar a los estudiantes, con el fin de que puedan apreciar el valor del agua potable en la conservación de la salud.

## Antecedentes

Más de cinco millones de personas mueren al año por enfermedades que se relacionan con el agua. Las enfermedades hidrotransmitidas: *hidro* (agua) y *transmittere* (trasladar, transferir), son aquellas que se adquieren por la ingestión de agua contaminada por desechos humanos, animales o químicos. Una persona o un animal infectados pueden contaminar el agua, a través de sus desechos, con bacterias patógenas, virus o protozoarios. Los microorganismos que causan las enfermedades no pueden verse, olerse o probarse; el agua contaminada frecuentemente se percibe como agua dulce y limpia. De otra parte, algunos de estos microorganismos se adaptan muy bien a vivir en el agua y pueden ser resistentes a la desinfección que generalmente se aplica al agua potable; es decir, que la contaminación puede ocurrir a pesar de que no se excedan los límites indicados en las normas para el agua potable. Esto es causa de preocupación en lo que respecta a los suministros municipales de agua, ya que es posible que la contaminación

no se detecte sino hasta que un número considerable de personas se haya enfermado. La mayor parte de las dolencias causadas por la ingestión de agua contaminada con aguas negras son de tipo intestinal, lo que provoca principalmente gases, cólicos y diarrea. Algunos patógenos (microorganismos que causan enfermedades) se fijan al recubrimiento intestinal y producen sustancias tóxicas que el cuerpo intenta desechar. Otros invaden las células epiteliales del intestino y provocan inflamación, pero no producen toxinas. Los líquidos que contienen leucocitos que combaten la enfermedad son secretados al intestino para ayudar a atacarla o a eliminar del cuerpo los organismos dañinos. Desafortunadamente, esta pérdida de líquidos también causa deshidratación, que constituye el principal motivo de preocupación en los pacientes de este tipo de enfermedades.

Si el paciente es muy joven, anciano o está desnutrido, la deshidratación puede poner en peligro la vida. Los niños con diarrea deben ser vigilados constantemente, ya que no han desarrollado la inmunidad de los adultos, y su sistema defensivo

puede ser superado rápidamente por el número abrumador de patógenos. Casi la tercera parte de las muertes infantiles que se producen en los países en desarrollo se deben a la diarrea y a la consecuente deshidratación que produce. El *Vibrio cholerae*, la *Salmonella* sp., y especies de la bacteria *Shigella*, se encuentran entre las causas principales de la diarrea bacteriana.

Las bacterias están en todas partes, incluyendo nuestra agua. Por ello, los suministros del recurso son vigilados para prevenir su contaminación con patógenos fecales en concentraciones que produzcan infecciones en el ser humano. En las instalaciones para el tratamiento del agua se hacen pruebas de manera rutinaria, en busca de estos patógenos mediante la revisión de los niveles de indicadores de bacterias como *Escherichia coli* (un organismo unicelular común en nuestros intestinos). Si estos organismos se encuentran por encima de un nivel establecido, es que se ha producido contaminación fecal y debe iniciarse un muestreo más intensivo del agua, para determinar si es necesario acelerar su tratamiento y así localizar la fuente de la contaminación, a fin de tomar medidas preventivas para que esta no prolifere.

Las mejoras en las prácticas de disposición de aguas negras y el desarrollo, protección y tratamiento de suministros, han reducido la incidencia de enfermedades hidrotransmitidas, como el cólera y la fiebre tifoidea. El tratamiento y cloración de las aguas municipales han hecho que la infección por microorganismos disminuya; sin embargo, en muchos países en desarrollo el tratamiento de las aguas negras es insuficiente. En algunos casos, el drenaje y otros desechos se arrojan directamente a los ríos cuyas aguas son empleadas, por las personas que viven río abajo, para beber y lavar.



Epidemiólogo

El concepto de "epidemiología" se desprende de las raíces que integran la palabra: *epi* (sobre), *demos* (población) y *logos* (tratado, ciencia o doctrina). Así, su función primordial es el estudio de los factores que preservan la salud o condicionan la enfermedad en la población. En consecuencia, los epidemiólogos estudian la incidencia, transmisión, distribución y control de las enfermedades.

Cuando se producen brotes de una enfermedad en particular, los epidemiólogos investigan los síntomas, incidencia y distribución de los casos; intentan determinar la causa de la enfermedad, su medio de propagación y los posibles métodos para controlar o prevenirla. Con las enfermedades transmitidas por el agua, la determinación de la forma en que se haya contaminado el sistema de suministro es crítica para la solución del problema. Las historias de casos de personas contagiadas, y cualquier asociación entre los pacientes, ayudan a resolver los enigmas de la enfermedad.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Pregunte a los estudiantes si pueden identificar al asesino número uno del mundo. Explique que miles de niños mueren cada año por diarrea y deshidratación. Dígales que la diarrea es causada por microorganismos como bacterias, virus y protozoarios. Investigue los conocimientos que tienen respecto de estos organismos.

Muéstreles dos vasos de agua: uno de ellos oscuro por los sedimentos, el otro claro (pero que posiblemente contiene patógenos). Pregúntele, "¿Qué vaso de agua preferirían beber?" Haga énfasis en que "un aspecto limpio" no garantiza la seguridad del agua y que los organismos que causan las enfermedades pueden encontrarse en agua clara de "buena apariencia".

## ▼ Dinámica

**1. Diga a los estudiantes que, como los epidemiólogos, van a comparar los síntomas y el modo de transmisión de las enfermedades que ellos y algunas otras personas de la clase han “adquirido”.**

**2. Entregue a cada estudiante los sobres de síntomas y las copias de *Descripciones de las enfermedades*.** Los estudiantes identifican los síntomas, quién se ha contagiado y el sitio donde ha ocurrido el contagio, e intentan encontrar a otras personas de la clase que hayan tenido la misma enfermedad. Muchos estudiantes tendrán síntomas similares; pero sólo unos cuantos tendrán la misma enfermedad.

**3. Instruya a los estudiantes para que seleccionen del sobre una tarjeta o una pista al azar. Haga que circulen por todo el salón y que pregunten a otros sobre sus síntomas. El objetivo es localizar a otros estudiantes que tengan síntomas parecidos.** Los estudiantes pueden tomar nota o, bien, este puede ser un ejercicio de memoria. También pueden divertirse representando ciertos síntomas.

**4. Despues de uno o dos minutos, pídale que saquen de los sobres otra tarjeta de síntomas y que continúen buscando a otros estudiantes con la misma enfermedad.** Continúe este proceso hasta que se hayan sacado todas las tarjetas o pistas y que los estudiantes hayan encontrado, por lo menos, a otra persona que comparta la misma enfermedad hidrotransmitida.

## ▼ Cierre

Al leer su lista de síntomas ante la clase y repasar las *Descripciones de enfermedades*, los estudiantes deben identificar la suya propia. Haga que infieran la forma en que la contrajeron, cómo se transmitió y la manera en que puede prevenirse. Discuta sobre las tarjetas de control; estas describen padecimientos que no están

relacionados con enfermedades hidrotransmitidas. (Por ejemplo, una persona que se cansó por trabajar mucho durante el día y que presenta dolor en el pecho, que quizás fue causado por fumar).

Los estudiantes pueden desarrollar una investigación para confirmar sus respuestas y revisar los lugares donde se producen las enfermedades, tanto en el país como en el resto del mundo. Pueden marcar los padecimientos en un mapamundi y discutir sobre las condiciones que permiten su propagación (por ejemplo, contaminación de las fuentes o sistemas de distribución de agua, sistemas inadecuados de tratamiento del propio recurso, riego agrícola con agua contaminada, deficiencias en el suministro de agua potable, inadecuada eliminación de excretas, falta de cultura de prevención, inadecuada cobertura y calidad de los servicios de salud, inadecuada disposición de la basura, etcétera).

Discuta el papel del agua en la transmisión de las enfermedades. Recalque que la mayor parte de las enfermedades hidrotransmitidas se producen por el tratamiento inadecuado del agua y por prácticas de sanidad deficientes. No obstante, la contaminación se produce de manera ocasional a pesar de prácticas intensivas de potabilización. Discuta casos de excursionistas y viajeros que se enfermaron después de consumir agua que suponían potable. La clase puede conseguir historias o películas sobre estos temas. Discuta cómo los epidemiólogos estudian la causa y la transmisión de las enfermedades.

## Evaluación

Haga que los estudiantes:

- Describan los síntomas de varias enfermedades hidrotransmitidas (*Paso 3 y Cierre*).
- Relacionen la forma en que se transmiten las enfermedades por medio del agua (*Cierre*).
- Analicen las condiciones que propician la transmisión de enfermedades por el agua (*Cierre*).
- Investiguen la aparición de enfermedades y marquen la ubicación de las mismas en un mapamundi (*Cierre*).

## Extensiones

La contaminación del agua con químicos tóxicos va en aumento en México: los más preocupantes son los nitratos, los metales tóxicos y distintos solventes orgánicos volátiles y semivolátiles, los plaguicidas agrícolas, los herbicidas y los radioquímicos. Además, son contribuyentes potenciales los lixiviados tóxicos que producen los restos químicos indebidamente desechados, las fugas en el sistema subterráneo de almacenamiento de productos industriales o generadores de energía, el agua de lluvia contaminada por la contaminación del aire, el escurrimiento en zonas agrícolas y los desechos mineros.

Algunas sustancias químicas contaminantes que causan enfermedades también pueden transmitirse por el agua. Lea el siguiente estudio de caso a los estudiantes:

Pedro López es un carpintero de cuarenta años; no fuma. Durante tres meses se ha quejado de entumecimiento y hormigueo en los dedos de las manos y de los pies. En las últimas dos semanas el hormigueo se ha vuelto un dolor quemante, y Pedro experimenta debilidad en las manos cuando intenta tomar sus herramientas. Por lo general goza de buena salud, pero hace unos cuatro meses experimentó cuatro días de fiebre, tos, diarrea y dolor muscular. Cuando fue examinado, el doctor descubrió que Pedro presentaba lesiones cutáneas de color oscuro y que en la piel presentaba áreas de engrosamiento. Las palmas de sus manos y las plantas de sus pies presentaban “dermatitis actínica”,

consistente en protuberancias parecidas a granos de maíz. Se encontró con que también estaba anémico (bajo de glóbulos rojos, lo que causa palidez, debilidad y falta de aire). Durante diez años, Pedro ha vivido en la misma casa, en una zona agrícola, y el agua que bebe proviene de un pozo. Se casó hace un año. Su esposa no comparte sus síntomas.

Pida a los estudiantes que hagan especulaciones sobre si la enfermedad de Pedro es hidrotransmitida. Pídale que mencionen los motivos de sus respuestas.

Después de que un médico llevó a cabo numerosas pruebas y estudió la historia de la salud de Pedro y su familia, encontró que sufría de envenenamiento crónico por arsénico. Cuando se hicieron pruebas en el pozo de Pedro, se encontró que contenía una alta concentración de ese elemento. El arsénico puede llegar al agua por fuentes naturales (como los lechos rocosos que lo contienen) o por el escurreimiento de plaguicidas que lo contienen en su fórmula. La esposa de Pedro no se enfermó porque había vivido en el área sólo un año, y con frecuencia

bebía jugo y otros líquidos en vez del agua del pozo.

Es posible que los estudiantes deseen investigar sobre otras enfermedades asociadas con contaminantes químicos y elaborar tarjetas de síntomas. Otro ejemplo es la "methemoglobinemia" infantil, o "enfermedad del bebé azul", que es causada por los niveles altos de nitratos en el agua.

En otro orden de ideas, esta dinámica, "Superdetectives", también puede servir como rompehielos, cuando se conocen dos personas que tienen la misma "enfermedad".

#### Otros recursos

Blanco Restrepo, Jorge Humberto y José María Maya Mejía (eds.), *Fundamentos de salud pública*, Corporación para investigaciones biológicas, Medellín, 2005.

Craun, Gunter, *Waterborne Disease Outbreaks: Selected Reprints of Articles on Epidemiology, Surveillance Investigation and Laboratory Analysis*, Health Effects Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, 1990.

González Saldaña, Napoleón et al., *Infectología clínica pediátrica*, Ed. Trillas, México, 1996.

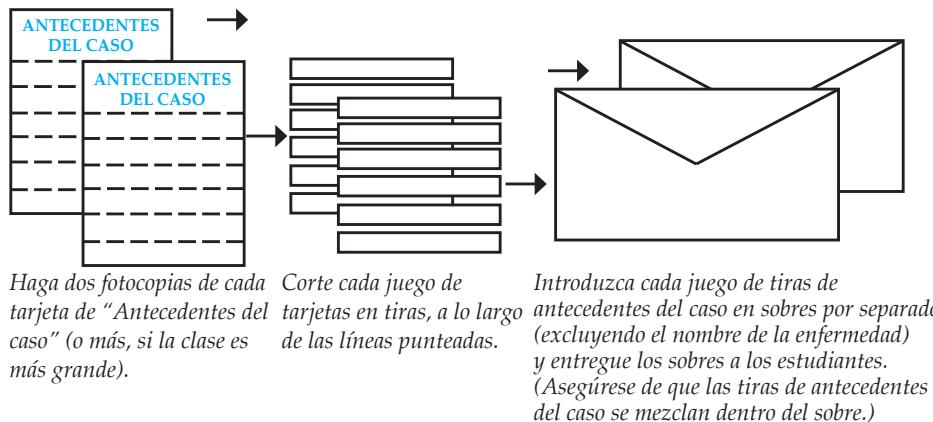
Kroehler, Carolyn, *What do the standards mean: A Citizen's Guide to Drinking Water Contaminants*, Virginia Water Resources Research Center, Blacksburg, 1990.

Organización Mundial de la Salud, *Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud: HECHOS Y CIFRAS - actualización de noviembre de 2004*, [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/facts2004/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html)

Zinsser, Hans et al., ed., *Microbiology*, Appleton & Lange, Norwalk, 1992.

Para información concreta sobre la incidencia de enfermedades infecciosas en su localidad, los estudiantes podrán dirigirse a la oficina gubernamental encargada de la Salud.

## INSTRUCCIONES PARA LA PREPARACIÓN DE LAS TARJETAS DE SÍNTOMAS



# Enfermedades comunes transmitidas por el agua y tarjetas de síntomas

## Fiebre tifoidea, causada por la bacteria de *Salmonella typhi*.

Antecedentes del caso:

Los síntomas aparecieron diez días después de ir a un campamento familiar.

Se descubrió que el sistema de drenaje estaba defectuoso y el clorador no estaba funcionando.

La familia había visitado el mismo lugar la semana anterior; asistieron dos personas que se habían recuperado recientemente de fiebre tifoidea.

Letargo.

Dolor de cabeza.

Dolor abdominal.

Náuseas y vómito.

Diarrea.

Debilidad y malestar general.

Falta de apetito.

Presentaron fiebre alta, escalofríos y llegaron a delirar.

## Enfermedad de los legionarios, causada por la bacteria *Legionella pneumophilia*.

Antecedentes del caso:

Fumador compulsivo que vive en clima cálido.

Vive en una casa que tiene encendido el aire acondicionado constantemente, en los meses de verano.

Repentinamente comenzó la fiebre que progresó hasta convertirse en una fiebre alta con escalofríos.

Desarrolla tos, con respiración excesivamente rápida.

Dolor en el pecho; los pulmones tienen un sonido estrepitoso al respirar.

Dolor general, dolor muscular difuso e hipersensibilidad.

Dolor de cabeza intenso y confusión mental.

## Cólera, causada por la bacteria *Vibrio cholerae*.

Antecedentes del caso:

Recientemente regresó de Bangladesh.

Los síntomas iniciaron dos días después de comer fruta bien lavada en la llave de agua exterior.

Los miembros de la familia han empezado a presentar los mismos síntomas.

Severa deshidratación.

Aparición brusca de diarrea blanquecina, "como agua de arroz", y vómito.

Fuertes dolores musculares en brazos, piernas, manos y pies.

Los ojos y párpados se ven hundidos, las manos tienen una apariencia como si hubieran lavado trastos excesivamente.



## **Amibiasis, causada por el protozoario *Entamoeba histolytica*.**

Antecedentes del caso:

- Regresó de Tailandia hace dos semanas.
- Bebió agua no embotellada.
- Malestar abdominal general e hipersensibilidad, especialmente en la parte más baja del lado derecho.
- Gases, cólicos, pujo y tenesmo (sensación de no haber terminado de defecar).
- Evacuaciones diarreicas con moco y sangre.
- Se cansa fácilmente.
- Moderada pérdida de peso.

## **Gastroenteritis enterotoxigénica, causada por la bacteria *Escherichia coli*.**

Antecedentes del caso:

- Acaba de regresar de visitar a unos amigos en Oaxaca.
- Los síntomas iniciaron 12 horas después de beber agua de un pozo.
- Diarrea líquida, abundante, sin sangre.
- Experimenta deshidratación causada por diarrea.
- Dolor muscular difuso e hipersensibilidad.
- Fiebre moderada.
- Cólicos.

## **Shigellosis, causada por cierta especie de la bacteria *Shigella*.**

Antecedentes del caso:

- Cuatro años de edad.
- Los síntomas empezaron 15 horas después de tratar de atrapar manzanas en el agua, en la clase de preescolar.
- Severos dolores abdominales.
- Sangre y moco en evacuaciones dolorosas.
- Fiebre alta y escalofríos.
- Deshidratación.

## **Giardiasis, causada por el protozoario *Giardia lamblia*.**

Antecedentes del caso:

- Los síntomas iniciaron dos semanas después de regresar de un campamento.
- Llenó una botella con agua clara, fresca y deliciosa de una corriente, por debajo de un dique de castores.
- Cólicos.
- Diarrea espesa con gran cantidad de moco y grasa, sin sangre.
- Gases intestinales.
- Debilidad y malestar general.
- Pérdida de peso.



## **Salmonelosis, causada por varias especies de la bacteria *Salmonella*.**

Antecedentes del caso:

Vive en un rancho donde se cría ganado y pollos.

Los síntomas aparecieron diez horas después de beber de una llave afuera de la granja (el agua subterránea pudo haber sido contaminada por agua superficial de la pastura, después de una fuerte lluvia):

Presenta debilidad y malestar general.

Fiebre.

Disentería.

Cólicos.

Náuseas y vómito.

## **Hepatitis A, causada por el virus *Hepatitis A*.**

Antecedentes del caso:

Visitó su playa favorita y nadó con unos amigos, uno de los cuales resultó a su vez estar enfermo.

Debilidad y malestar general.

Pérdida del apetito.

Fiebre.

Náusea y diarrea leve.

Dolor abdominal.

Ictericia (la piel y la parte blanca de los ojos se le pusieron amarillos).

Estuvo enfermo una semana.

## **Cryptosporidiosis, causada por el protozoario *Cryptosporidium*.**

Antecedentes del caso:

Cuatro años de edad.

Asiste a estancia infantil cinco días a la semana.

Diarrea.

Dolor abdominal.

Vómito.

Fiebre.

Se chupa el dedo.

Recientemente nadó en una poza local.



## Tarjeta de control (El individuo no presenta enfermedad transmitida por agua).

Antecedentes del caso:

Vive en un departamento en la ciudad.

Ambiente de fumadores, viviendo en un clima cálido.

Bebe agua de la llave.

Dolor en el pecho; los pulmones tienen ruidos estremecedores cuando respira.

Visitó su playa favorita y nadó con sus amigos.

Recientemente visitó un criadero de cocodrilos.

Come grandes cantidades de mariscos crudos.

## Tarjeta de control (El individuo no presenta enfermedad transmitida por agua).

Antecedentes del caso:

Vive en un rancho donde se cría ganado y pollos.

Regresó recientemente de una visita a sus amigos de la ciudad de México.

Vive en una casa que tiene encendido el aire acondicionado constantemente durante los meses del verano.

Siente cansancio al final de la tarde.

A menudo realiza excursiones a las montañas.

Trabaja 14 horas al día, generalmente siete días a la semana.

Bebe ocho vasos de agua al día.



# Descripciones de las enfermedades.

**Fiebre tifoidea, causada por la bacteria *Salmonella typhi*.** Su origen está en el agua y la comida contaminadas. Se puede transmitir además por la orina y por las heces fecales de personas infectadas. Los mariscos de aguas contaminadas, las verduras regadas con aguas negras, la comida cruda, la leche y los productos lácteos contaminados son también fuente de contagio. Otra forma de adquirirla es nadando en agua contaminada. En 1907 Mary Mallon, apodada "Mary Tifoidea" fue identificada como la portadora de esta enfermedad. Ella transmitió la enfermedad mientras trabajaba como cocinera en restaurantes y casas privadas de la ciudad de Nueva York. Escapó de las autoridades por ocho años, pero finalmente fue aprehendida en 1915. Infectó a unas cincuenta personas, con tres casos que resultaron de muerte. La fiebre tifoidea tiene un periodo de incubación que va de diez a 14 días. Se caracteriza por fiebre elevada continua, dolor de cabeza, malestar general, pérdida de apetito, escalofríos, dolor abdominal, náuseas, vómito, diarrea o constipación intestinal (imposibilidad de defecar). Si se complica puede presentar sangrado de vías digestivas altas, perforación intestinal, etcétera.

**Enfermedad de los legionarios, causada por la bacteria *Legionella pneumophilia*.** La *Legionella* se encuentra distribuida en ambientes acuáticos naturales y artificiales, como, por ejemplo, el agua (fria y caliente) de los aires acondicionados y calentadores de agua, humidificadores a base de agua y sistemas de distribución de agua. Se transmite principalmente por medio de aerosoles producidos por dichos sistemas. Hay dos formas de la enfermedad, la más seria puede causar una pulmonía. Esta enfermedad respiratoria o neumonía de corto periodo de incubación, puede iniciar con síntomas como de gripe, incluyendo la pérdida del apetito, cansancio, dolores de cuerpo y de cabeza; puede ir acompañada de fiebre elevada, escalofríos, diarrea, dolores abdominal y torácico y tos, pudiendo evolucionar a un cuadro complicado y grave. Las enfermedades de los pulmones y el fumar incrementan la susceptibilidad a esta enfermedad.

**Cólera, causada por la bacteria *Vibrio cholerae*.** El cólera es una infección intestinal aguda, que se adquiere principalmente por ingestión de agua y alimentos contaminados. Se caracteriza por la aparición brusca de diarrea abundante, vómitos y cólicos que producen deshidratación y, de no atenderse, puede llevar a la muerte. Pueden presentarse casos asintomáticos o con diarrea leve, al igual que pacientes con la forma más grave de la enfermedad, es decir, con falta de apetito, malestar abdominal, abundante diarrea –que se torna blanquecina y semeja agua de arroz–, vómitos frecuentes, fiebre baja o casi inexistente, y espasmos abdominales y musculares. La deshidratación es la complicación más frecuente y grave. También puede transmitirse por la ingestión de otras bebidas o hielo, no sometidos a algún proceso de purificación, o por el ciclo ano-mano-boca, entendido como la salida del agente infeccioso con la materia fecal y su ingestión, casi siempre a través de las manos sucias. En este caso es posible evitar el contagio con medidas básicas de higiene como el lavado de manos después de evacuar y antes de comer, así como las medidas sanitarias de control y almacenaje de agua y alimento.

**Amibiásis, causada por el protozoario *Entamoeba histolytica*.** Usualmente aparece en las áreas tropicales, climas cálidos y templados, pero más aún en áreas pobres y mal saneadas donde privan el hacinamiento, la falta de higiene y el mal manejo de aguas y excretas que propician el cierre del ciclo ano-mano-boca, a través de aguas o alimentos contaminados. La forma básica de contagio es la ingestión de quistes maduros (forma activa de la *E. histolytica*). El hombre no es el único, pero sí el principal portador y fuente de excreción de quistes patógenos, ya sea como portador sano o convaleciente. El cuadro clínico dependerá de la localización, y se puede clasificar en: amibiásis intestinal, aguda o crónica, y amibiásis extraintestinal. Las principales manifestaciones son: evacuaciones diarreicas con moco y con sangre, dolor abdominal, gases, pavo, tenesmo (sensación de no haber terminado de defecar) y malestar general.

**Shigellosis, causada por la bacteria *Shigella*.** Afecta a personas de todas las edades, predominando los infantes de entre uno y cuatro años. Al inicio puede encontrarse únicamente fiebre elevada continua, asociada a molestias digestivas vagas. Cuarenta y ocho horas después se inicia el cuadro diarréico con evacuaciones escasas, mucosidades con sangre, acompañadas de pavo. Las manifestaciones clínicas cambian dependiendo de la especie de *Shigella*. La transmisión por agua es responsable de la mayoría de los brotes.

**Gastroenteritis enterotoxigénica, causada por la bacteria *Escherichia coli*.** La diarrea, gastroenteritis o infección intestinal, se define como la evacuación de heces líquidas o acuosas que se presentan generalmente en un número mayor a tres en 24 h. Por lo general, es un síndrome de naturaleza infecciosa y es manifestación clínica de una patología extensa y variada, cuyo origen se encuentra asociado, en la mayor parte de los casos, con agentes bacterianos, virales, parásitarios y con menor frecuencia, a los micóticos. La diarrea infecciosa aguda constituye un grave problema de salud pública a escala mundial, mismo que se agudiza en los países en vías de desarrollo, con grandes núcleos de población en condiciones de hacinamiento y con carencia de agua potable y drenaje. Se la considera como una de las principales causas de mortalidad infantil en el mundo. La gastroenteritis enterotoxigénica, también conocida como la "diarrea del viajero" o "diarrea del turista", afecta a todas las edades, aunque su frecuencia es mayor en los recién nacidos y lactantes menores, el estado general del paciente se encuentra solo moderadamente afectado: presencia de cólicos; fiebre leve o alta y evacuaciones líquidas, abundantes y sin sangre.

**Giardiasis, causada por el protozoario *Giardia lamblia*.** Es el patógeno más comúnmente conocido como causante de brotes transmitidos por el agua. Se puede eliminar hirviendo esta por lo menos diez minutos o pasándola a través de un filtro con tamaño de poro de al menos 0.2 micras. El cuadro sintomático se caracteriza por cólicos, gases, diarrea espesa con gran cantidad de moco y grasa, sin sangre, pero sí con pérdida del apetito.

**Salmonelosis, causada por varias especies de la bacteria *Salmonella*.** Las gastroenteritis por *Salmonella* tienen especial predominio en la primera infancia, afectando principalmente a los lactantes. La transmisión ocurre a través de la ingestión de alimentos contaminados y por medio de contacto con portadores humanos y animales domésticos. El inicio del cuadro es variable; los vómitos suelen ser un síntoma predominante, seguidos de cólico abdominal y evacuaciones diarreicas de severidad variable, con moco, con o sin sangre. El cuadro casi siempre se acompaña de fiebre.

**Hepatitis A, causada por el virus Hepatitis A.** También se la conoce como hepatitis infecciosa, ictericia catarral aguda y hepatitis epidémica. Aunque en muy contadas ocasiones es mortal, la mayoría de las personas infectadas llegan a estar muy enfermas. Se contrae por ingestión de alimentos o agua contaminada con materias fecales o por contacto con una persona infectada. La enfermedad aguda se presenta en dos fases: la preictérica y la icterica. En la primera hay malestar general, falta de apetito, náusea, vómito, dolor abdominal, fatiga y fiebre (generalmente menor a 38.5°C). El hígado puede estar crecido y adolorido. En la segunda fase se manifiesta la ictericia de intensidad variable, y en algunos casos desaparecen la fiebre y las molestias gastrointestinales y el paciente recupera el apetito y el buen estado general.

**Cryptosporidiosis, causada por el protozoario *Cryptosporidium*.** Este parásito fue identificado por primera vez como causa de diarrea humana en 1976. Puede transmitirse por contacto con cualquier animal doméstico, de campo o salvaje (incluyendo ganado, pájaros, pescados y reptiles), otros humanos (especialmente en guarderías) y por abastecimientos de agua y alimentos contaminados por los oocisto (organismos en etapa de huevo) expulsados en las excretas de estos animales o personas infectados. Entre los síntomas se encuentran la diarrea y el dolor abdominal, algunas veces acompañados por vómito y fiebre.

# Eje temático III

## *Gestión del agua*





# Agua para todos



**Edad recomendada:**  
De 12 años en adelante.

**Disciplinas:**  
Medio Ambiente, Historia, Civismo.

**Duración:**  
Preparación:  
50 minutos.

Dinámica:  
50 minutos.

**Lugar:**  
En el exterior o en un área que no tenga pisos resbalosos (implica uso de agua).

**Habilidades:**  
Análisis, psicomotricidad.

**Propuestas relacionadas:**  
Los estudiantes pueden ser introducidos al empleo que los usuarios hacen del agua, mediante un "Medidor de agua". Asimismo, discutir sobre la priorización de los diversos usos del recurso en "Agua segura para todos", en la cual se ven de manera sistemática los problemas del uso del agua en diferentes servicios.

**Vocabulario:**  
Conservación, consumo de agua, calidad del agua.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Qué tenemos en común tú, tus padres, tus vecinos, una planta de tu casa, la ardilla del parque y tus compañeros de clases?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes analizan los resultados de un simulacro para comprender que el agua es un recurso compartido, y que debe administrarse.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Ilustrarán la forma en que los múltiples usuarios del recurso hídrico pueden afectar su calidad y su cantidad.
- Examinarán las complejidades de proporcionar agua a todos los usuarios de la misma.

## Materiales

- La sección comercial de la guía telefónica.
- Una cubeta grande (transparente, debe poder contener varios litros de agua, en forma tal que al extraer cinco esponjas empapadas en agua, el agua se reduzca de manera visible).
- Recipientes (vasijas o envases de leche con la parte superior cortada, una por cada estudiante).
- 17 esponjas caseras grandes (corte tres de las esponjas en cuatro partes, cinco en tres, cinco a la mitad y deje cuatro enteras. Aumente o disminuya el número de esponjas para cubrir el número de estudiantes. Pueden sustituirse con pedazos de tela o esponja absorbente).
- Colorante para alimentos en varios colores, o pinturas lavables (coloque algunas gotas del colorante en todas las esponjas, o en los pedazos de esponja).
- Marcadores de colores.
- Pizarrón o rotafolio para carteles.

## Conecciones

Los estudiantes deben estar conscientes de que todo ser vivo en la Tierra emplea el agua y que esta constituye un recurso finito. Conocen la forma en que los miembros de su familia la emplean, y pueden haber aprendido la forma en que las industrias y las granjas la utilizan. Es posible que en los periódicos hayan leído sobre problemas relacionados con la calidad y la cantidad del agua. Esta dinámica ayuda a que los estudiantes reconozcan que para los usuarios del recurso es vital considerar las necesidades de otros, así como el hecho de compartirlo tomando en cuenta que es finito.

## Antecedentes

Muchos hemos experimentado estar de pie entre una gran multitud para observar a actores u oradores en un escenario. Con frecuencia, para tener una mejor perspectiva, alguien se sienta en los hombros de un amigo. ¿Qué sienten ante este hecho las personas que se encuentran detrás de la pareja? En ocasiones, lo que funciona para un individuo no funciona para el grupo.

El agua es usada por todos los miembros de la comunidad. Como es importante para todos los usuarios, así como las demandas de este recurso finito siguen en aumento, también crece la necesidad de conservarlo y administrar su suministro.

Afortunadamente, el agua es un recurso reusable; el tiempo y los recursos biológicos (por ejemplo, la filtración a través del suelo y la vegetación) y físicos (por ejemplo, la lluvia o los depósitos de sedimentos) de los ecosistemas saludables reabastecen agua de calidad, en cantidad suficiente. Asimismo, las plantas de tratamiento de aguas residuales

facilitan estos procesos.

Desde la reciente aprobación de las leyes sobre el control de la calidad del agua, muchos ríos y lagos presentan un aspecto más limpio del que presentaban en la década de los años sesenta. También hay buenas noticias en lo que respecta a la cantidad del agua. Muchos campesinos han reducido el consumo de agua para riego, mediante prácticas eficientes de uso del agua (como el sembrado de cosechas que requieren menos agua; adoptando métodos de riego que emplean menos agua; captando y reusando el agua de lluvia, etc.). La conservación y el uso práctico del agua son medidas que pueden emplear todos sus usuarios (propietarios de casas, negocios, industrias, etc.) para evitar la escasez del líquido vital y asegurar suministros a largo plazo. Si las personas que comparten una fuente de agua consideran las necesidades de todos los usuarios, y así planean y administran esas necesidades, con posterioridad se dispondrá de agua con suficiente calidad y cantidad. ¡Todos podemos hacer la diferencia!

## Procedimiento

### Introducción

Pida a los estudiantes que elaboren una lista de los principales usuarios del agua de su comunidad y la forma en que la emplean. En las hojas de la "sección comercial del directorio telefónico" podrían encontrar a muchos de ellos. Pídale que ordenen a los usuarios de manera que primero aparezcan los que usen más agua y al final los que usen menos.

### ▼ Dinámica

**NOTA:** Esta dinámica puede propiciar el derrame de agua, y por eso debe hacerse en el exterior.

**1. Llene una cubeta grande y ancha (de preferencia transparente) con agua, hasta el borde. Diga a los estudiantes**

**que la cubeta representa el agua que se almacena en un embalse, estanque o lago.**

Algunas comunidades dependen del agua subterránea. Si este es el caso, la cubeta representará el agua del subsuelo (y las esponjas simbolizarán los pozos).

**2. Diga a los estudiantes que van a simular los cambios habidos en una cuenca durante varios períodos. Cada lapso de 30 segundos representa un período. (Ver Ronda de escenarios). En cada ronda los estudiantes**

representan a diferentes usuarios del agua; quizás quieran poner sus nombres en etiquetas, para identificar sus papeles.

**3. En cada ronda o turno, los estudiantes deben colocarse a distancias iguales de la fuente del agua. Cuando se inicia la ronda, llenan sus esponjas con agua en el depósito o embalse (la cubeta). Para representar el consumo de agua, pídale que expriman la de las esponjas en recipientes individuales. Los estudiantes pueden llenar de**

### Ronda de escenarios

A continuación se sugieren cuatro escenarios para simbolizar el uso de una fuente de agua comunitaria al paso del tiempo. La relación de los escenarios y la distribución de las esponjas se muestran en la gráfica *Sugerencias para la distribución de esponjas para los escenarios*, de la siguiente página. Dependiendo del tiempo con que se cuente, pueden agregarse o eliminarse escenarios.

#### Primer escenario

Hace doscientos años. La cuenca está habitada por unas cuantas personas que trabajan en granjas pequeñas. Haga que tres estudiantes representen a estas personas. Dé a cada uno la cuarta parte de una esponja y un recipiente.

#### Segundo escenario

Han pasado cien años. Ahora, en la cuenca se localizan una granja grande y un pueblo pequeño. Distribuya las esponjas, cortadas en cuatro, a seis estudiantes (los habitantes del pueblo) y la mitad de una esponja al estudiante que representa la granja. Dé a cada estudiante un recipiente. Complete otro período.

#### Tercer escenario

Ahora estamos justamente después de la Segunda Guerra Mundial. El tamaño del pueblo ha aumentado. Muchos de sus habitantes se emplean en una industria que fabrica máquinas de escribir. La fábrica es representada por la mitad de una esponja. Dos granjas proporcionan leche y algo de alimento (carne, granos, verduras) al pueblo; dé una esponja a cada uno, así como a un estudiante que represente la compañía de luz. Varios servicios comunitarios, como hospitales, escuelas y tiendas, son ahora parte del pueblo; cada estudiante que representa a alguno de estos servicios recibe la mitad de una esponja. Dé a cada familia (aproximadamente diez estudiantes) la tercera parte de una esponja. También proporcioneles un recipiente. Complete otro período.

#### Cuarto escenario

En la actualidad. El pueblo continúa creciendo. Se ha trasladado a la localidad una nueva industria que fabrica productos para la limpieza del hogar (otra esponja). Represente el aumento del número de casas-habitación, proporcionando pedazos de esponja y un recipiente a todos los estudiantes que queden. Complete otro período.

**nuevo con agua las esponjas, todas las veces que deseen durante el periodo.**

**4. Al final de cada periodo, haga observaciones sobre la cantidad de agua que queda en la cubeta.** Pida a los estudiantes que vacíen la mitad del agua que hay en sus recipientes en la cubeta. Esta acción representa al agua usada que regresa al embalse (por ejemplo, cuando se filtra por el suelo o cuando es descargada por una fábrica, después de desplazarse por la superficie). Los estudiantes observarán que el agua tiene algo de color. Dígales que esto representa los desechos y el agua de lluvia de las áreas urbanas y rurales.

**5. Anote las observaciones de los estudiantes sobre la cantidad de agua empleada y la cantidad de materiales de desecho generada, y haga comparaciones después de cada turno. Para representar la fuente de agua que eventualmente se limpia y se llena de nuevo con el paso del tiempo, llene la cubeta hasta el borde con agua limpia antes de cada ronda o turno.**

#### ▼ Cierre

Pida a los estudiantes que discutan sobre la cantidad y la calidad del agua de cada

escenario. Discutan sobre el tamaño de los pedazos de esponja que se distribuyen entre los diferentes miembros de la comunidad. ¿Están representados en el simulacro todos los usuarios de agua de su comunidad? ¿Consideran que el tamaño de las esponjas fue adecuado? ¿Hubo grupos que emplearon mucha agua o que no obtuvieron suficiente? En la demostración, las escuelas fueron una oficina de servicios. Pida a los estudiantes que identifiquen las diversas formas en que las escuelas emplean el agua. ¿Consideran los estudiantes que la suya emplea el agua de manera juiciosa?

¿Cómo podría ajustarse la actividad para asegurar suficiente agua potable para todos los usuarios? Quizá los estudiantes sugieran hacer algunos viajes para mojar las esponjas, o bien reducir el tamaño de las mismas. Pueden sugerir que se agregue otra cubeta con agua, para aumentar el suministro. ¿De dónde vendría esta agua? ¿Experimentaría otra comunidad escasez de agua a causa de estos proyectos de desviación? También puede discutirse sobre los métodos para reducir la descarga de agua (por ejemplo, el empleo de fertilizantes orgánicos; la reducción de

basura o el mejoramiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales). Pida a los estudiantes que se entrevisten con los administradores locales del agua, para que identifiquen las políticas de distribución y los programas de administración del recurso. Quizá los estudiantes quieran hacer la representación de otro escenario para probar estos ajustes.

Discutan sobre la aseveración: “Agua para todos los usuarios”. ¿Consideran los estudiantes que esto es posible? ¿Qué pueden hacer las comunidades para asegurar que todas las personas tengan suficiente agua potable? Los estudiantes pueden elaborar una exposición o un mural titulado *Agua para todos los usuarios*, que ilustre las formas en que la comunidad comparte su suministro de agua. Si la comunidad tiene como tema principal la calidad y la cantidad del agua, los estudiantes pueden investigar qué está haciendo la propia comunidad o qué debería hacer para mantener limpios los suministros del recurso. Estas acciones también deben incluirse en la exposición.

#### Evaluación

Pida que los estudiantes:

- Demuestren escenarios en los

#### SUGERENCIAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ESPONJAS PARA LOS ESCENARIOS

	1/4 DE ESPONJA	1/3 DE ESPONJA	1/2 DE ESPONJA	TODA LA ESPONJA
Escenario 1 (hace 200 años)	3 estudiantes (propietarios de casa)			
Escenario 2 (principios de 1900)	6 estudiantes (habitantes del pueblo)		1 estudiante (grandes rancherías)	
Escenario 3 (después de la Segunda Guerra Mundial)		10 estudiantes (habitantes del pueblo)	1 estudiante (fábrica) 3 estudiantes (oficinas de servicios)	2 estudiantes (ranchos) 1 estudiante (compañía de luz)
Escenario 4 (actualmente)	3 estudiantes (habitantes del pueblo)	15 estudiantes (habitantes del pueblo)	1 estudiante (fábrica) 4 estudiantes (oficinas de servicios)	2 estudiantes (ranchos) 1 estudiante (compañía de luz) 1 estudiante (industria)

cuales la calidad y la cantidad del agua están amenazadas cuando los usuarios de la misma usan este recurso sin tomar en cuenta las necesidades de otros (*Pasos 3 a 5*).

- Propongan e ilustren formas en que la comunidad podría suministrar a sus miembros grandes cantidades de agua potable (*Cierre y acciones a seguir*).

### Extensiones

Pida a los estudiantes que elaboren una lista de los grupos de usuarios del agua de su comunidad. Explique que hay escasez de la misma. Trabajando por grupos, diga a los estudiantes que deben determinar quién tiene primero los derechos de uso del agua y qué cantidad de este elemento puede usar cada grupo. ¿Pueden los estudiantes

determinar qué grupo merece más el agua? Recuérdelles que las comunidades, como los ecosistemas, están interconectadas y son interdependientes. Por ejemplo, si los estudiantes consideran que una industria emplea demasiada agua y que debería limitar el consumo, deben determinar si se requeriría reducir la producción. Esto conduciría al despido de trabajadores, que afectaría a muchas familias. Algunas granjas emplean grandes cantidades de agua, y aun así proporcionan al pueblo grandes cantidades de alimentos a bajo costo. Las soluciones a la limitación del suministro de agua implican los esfuerzos individuales y la cooperación de los grupos, así como la conservación y el uso eficiente del agua en la que todos y cada uno de nosotros participemos.

### Opción para los más pequeños (5 a 7 años)

Narre una historia sencilla basada en los escenarios descritos en la dinámica. Proporcione a los estudiantes marionetas para los dedos, a fin de que puedan ilustrar partes de la historia. Se necesitarán tres esponjas (grande, mediana y pequeña) y dos recipientes grandes (uno de ellos lleno de agua). En el recuadro se presenta una muestra de la historieta; las palabras que aparecen en cursivas se hablan, y las que se encuentran entre paréntesis son instrucciones.

Discuta cómo el agua podría afectar a la gente de la historia. ¿Qué cambios podrían hacerse para conservar más agua en el lago? Ayude a los estudiantes a entender las necesidades e interdependencias de los diferentes usuarios del agua de la historia (por ejemplo, el granjero necesita de grandes cantidades de agua para producir alimentos para la gente; el agua es usada por las fábricas para la manufactura de productos, como son los automóviles). Dé tiempo a sus estudiantes para crear sus propias historias.

### Otros recursos

*El agua y el futuro del mundo.*  
Selección de artículos de *Le monde diplomatique*. Editorial Aún Creemos en los Sueños: Santiago de Chile, 2005.

Lacoste, Yves, *El agua, la lucha por la vida*, Biblioteca Actual Larousse, s/l, 2003.

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura, [www.oei.es/decada/accion06.htm](http://www.oei.es/decada/accion06.htm)

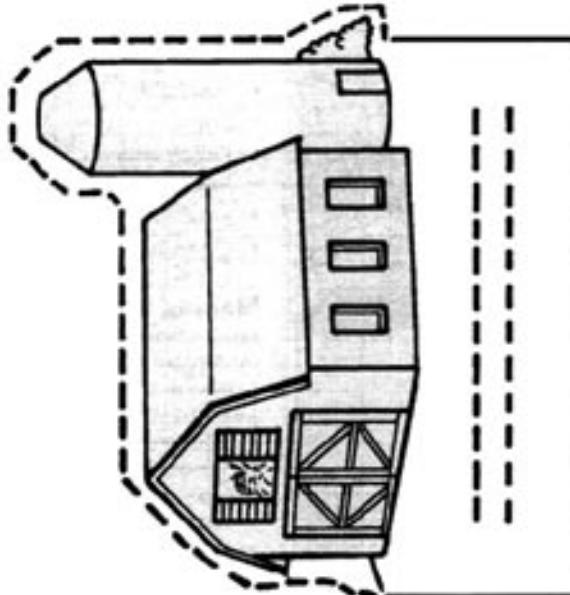
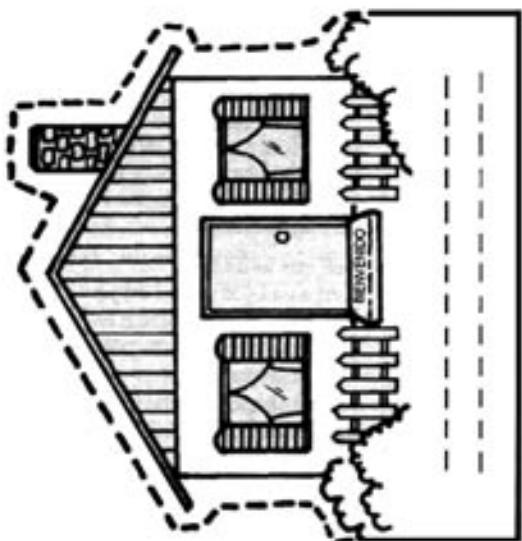
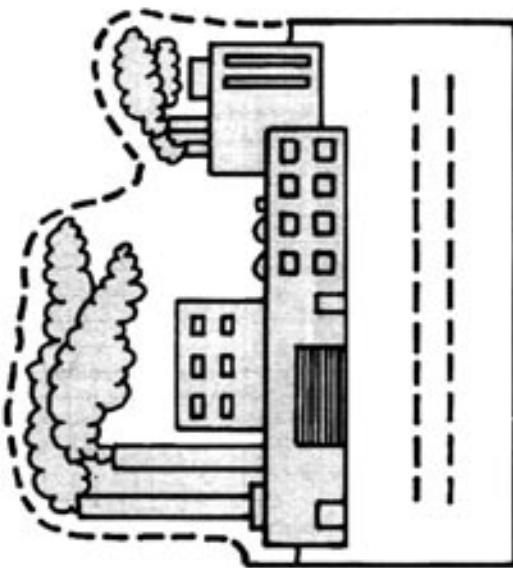
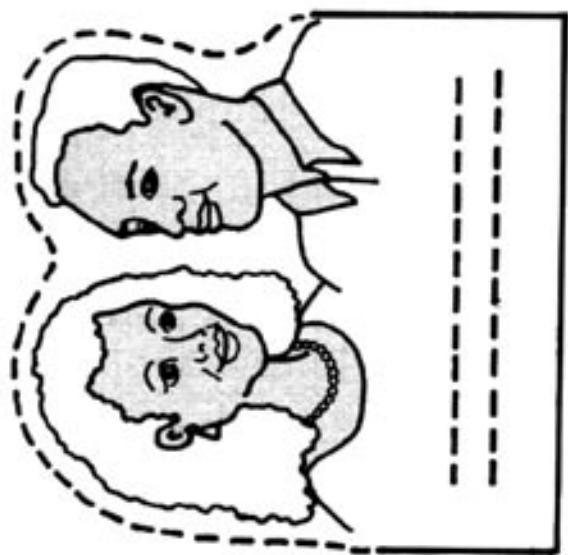
*Había una vez un lago. (Muestre el recipiente de agua.) Algunos animales vivían cerca del lago y bebían de él todos los días. (Emplee la esponja pequeña y mójela varias veces, pasando el agua a un recipiente distinto, que no se vea. Exponga que el uso que los animales hacen del lago afecta mínimamente el nivel del agua.) Algunos años después, las personas comenzaron a mudarse al área. (Pregunte a los estudiantes sobre la forma en que usan el agua; emplee la esponja mediana y saque agua cada vez que usted mencione un uso del agua en la siguiente oración; incluya las sugerencias de los estudiantes). Como tú, estas personas bebían agua, se aseaban, regaban sus plantas, etc. Todos empleaban tanta agua como deseaban, sin considerar las necesidades de otros. Las personas pensaban que habría mucha agua porque aunque ellos la sacaban del lago, la lluvia retornaría el agua a su nivel usual. (Vierte algo de agua al primer recipiente.) Las personas continuaban llegando al área; se construyeron grandes granjas y fábricas. (Emplee la esponja más grande y saque agua hasta que el recipiente esté casi vacío.) Después de varios años, las personas observaron que, a pesar de la lluvia, el nivel del agua bajaba. (Muestre a los estudiantes el nivel del agua en el recipiente.)*

## Opción para los más pequeños (5 a 7 años)

### Títeres para los dedos de los usuarios del agua



## Opción para los más pequeños (5 a 7 años)



# Buscamos soluciones



■ **Edad recomendada:**  
De 9 años en adelante.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias sociales, Ciencias Naturales, Idioma (Español), Matemáticas, Tecnología.

■ **Duración:**  
Variable, según el proyecto que se emprenda.

■ **Lugar:**  
Salón de clases.

■ **Habilidades:**  
Recopilación, organización, ejecución, evaluación, presentación.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“Coloréame una cuenca” muestra cómo afectan a una cuenca los cambios de uso del suelo a lo largo del tiempo.  
“¿De quién es el problema?” aborda problemas hídricos locales y globales. “Como agua para chocolate” muestra estrategias de debate sobre asuntos polémicos del agua.

■ **Vocabulario:**  
Problemas ambientales, riesgos, proyecto de aprendizaje-servicio.

Propuesta adaptada de:  
Programa Regional  
Agua y Educación

*Si no somos parte de la solución,  
somos parte del problema.*

## ▼ Resumen

Mediante la observación de la lámina anexa, los estudiantes reconocerán y analizarán problemas ambientales regionales y/o locales. A través de la elaboración de un proyecto de aprendizaje-servicio descubrirán las relaciones causales entre el hombre y el ambiente, propondrán soluciones para la preservación ambiental de la problemática identificada y apreciarán el trabajo en equipo como medio de realización personal y social.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Identificarán los recursos naturales y los riesgos de un medio determinado.
- Participarán activamente en la búsqueda de soluciones relacionadas con situaciones problemáticas del lugar donde viven.
- Elaborarán un proyecto de aprendizaje-servicio, siguiendo un modelo de presentación.

## Materiales

- **Lámina 3** (Ver Anexos al final de la guía).
- Lista ordenada de los recursos que se requieran para el desarrollo del proyecto, costos parciales y totales, y origen de los mismos. Si el proyecto requiere apoyo externo, conviene distinguir entre los recursos que son solicitados y los que la propia comunidad aporta.

## Conecciones

El participar en la selección, planeación y ejecución de un proyecto para mitigar o resolver algún problema ambiental -local o regional-, podrá motivar a

los estudiantes a participar en muchos otros más al experimentar el poder de la colaboración y del trabajo en equipo.

## Antecedentes

Frente a los complejos y crecientes problemas hídricos y ambientales, la participación social responsable e informada previamente es cada vez más necesaria. Sociedades y gobiernos requieren trabajar en conjunto para buscar y brindar soluciones a los problemas que son sentidos como prioritarios. Para ello, muchos países han optado por orientarse hacia lo que se conoce como Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, que contrasta con el “tradicional” manejo fragmentado del agua. Según la Asociación Mundial del Agua (GWP), la Gestión Integrada se define como un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

Los enfoques participativos de la Gestión Integrada son instrumentos poderosos para el cambio social que requieren una sociedad civil informada y comprometida, tarea que se debe iniciar desde la etapa escolar. Cambiar las prácticas requiere cambios de actitudes enraizados en los individuos, instituciones, organizaciones profesionales y sociales de la sociedad civil. El cambio social puede lograrse mediante la implementación de mecanismos y experiencias participativas que ofrecen a las comunidades la oportunidad de pedir derechos y asumir las responsabilidades consiguientes. La educación, el entrenamiento, y la concienciación son entonces



“Buscando soluciones”, Miguel Millán e Irvin Quiroz conducen el programa de radio Los Guardianes del Agua. Viven en Culiacán, México, donde el agua es escasa y es sumamente importante hacer un uso eficiente de ella. Promueven el ahorro de agua, el reporte de fugas, organizan concursos de dibujo, la producción de periódicos murales y eventos cívicos alusivos al agua.

factores claves para el logro de dicho cambio social.

### Procedimiento

#### Introducción

Pida a los estudiantes que formen grupos de trabajo y plantea la observación de la Lámina 3, (Ver Anexos al final de la guía) como un juego. Pídale que enumeren, de acuerdo con las imágenes, conflictos ambientales provocados por el hombre. Solicite la relectura de los mismos para que luego los agrupen y ordenen según grados de complejidad en base a sus propios criterios. Pídale que comenten, analicen y justifiquen sus conclusiones.

Mientras los estudiantes observan la lámina, indague sobre los conocimientos que tienen acerca de la realidad local, haciéndoles las siguientes preguntas: ¿Se viven algunas de estas situaciones en nuestra localidad? ¿Cuáles creen que son los factores que las provocan? ¿Conocen algún otro conflicto que no esté representado en la lámina? De los conflictos identificados ¿Cuáles creen que se pueden mitigar? ¿Cuáles creen que presentan mayor grado de dificultad? ¿Cuáles pueden ser

solucionados totalmente? ¿Creen que la escuela puede participar en la búsqueda de alguna solución? ¿En cuál podrían participar ustedes? Las diversas respuestas serán registradas, y con base en ellas surgirá una propuesta.

Pregúntele: ¿Les interesaría elaborar un proyecto para buscar una solución a alguno de los problemas detectados?

#### ▼ Dinámica

##### 1. Acuerdos iniciales

- Identifique junto a los estudiantes el conflicto a abordar con la mayor precisión posible, de acuerdo a como se halle vinculado a la institución educativa y a la posibilidad de ofrecer soluciones según los recursos, prioridades y tiempos disponibles.
- Identifiquen las actividades a desarrollar y establezcan el tiempo de duración del proyecto.
- Enumeren los posibles recursos a utilizar en las diferentes actividades planeadas.
- Reconozcan personas u organismos que puedan colaborar con medios

económicos, experiencias, conocimientos, etc., para el desarrollo del proyecto.

- Estimen los costos respectivos y formen grupos de trabajo.

##### 2. Diagnóstico de la realidad sobre la que se va a actuar

- Identifiquen las características de la situación crítica que se observa y sus causas.
- Analicen los factores que influyen en la realidad observada y en la determinación de los aspectos estructurales que se encuentran presentes, como pueden ser: situación geográfica, estructura económica, disponibilidad de agua, condiciones sociales, otros.
- Identifiquen las organizaciones que pueden actuar conjuntamente con la escuela y determinen el vínculo a establecer con ellas.
- Analicen alternativas de acción y desarrollos un estudio de los antecedentes del problema o proyecto (ver si existen actuaciones similares en la zona, o en una diferente).

##### 3. Diseño del proyecto

- Elaboren el proyecto según una estructura determinada (ver ANEXO de las Sugerencias).

#### 4. Análisis

- Esta instancia permite evaluar el diseño del proyecto e introducir los cambios necesarios, ya sea en la redacción, en el cronograma de actividades, en el reajuste del presupuesto, etcétera.

#### 5. Ejecución

- Puesta en marcha: A lo largo de este proceso es fundamental prever espacios de reflexión con los estudiantes involucrados a fin de que les permita volcar sus inquietudes y experiencias, así como tomar conciencia tanto de los conocimientos adquiridos como del servicio que están prestando.

#### ▼ Cierre

Una vez finalizado el proyecto, evalúe con sus alumnos los alcances del mismo, los beneficios ofrecidos, las dificultades (debilidades y fortalezas) y pídale a sus estudiantes que realicen una autoevaluación escrita acerca de su desempeño. Para ello podrá elaborar un listado de preguntas que respondan a ciertos criterios de evaluación, como ser:

#### Guía de preguntas a plantear durante el desarrollo del proyecto

Como este proyecto surgirá de una elección consensuada entre los estudiantes, la escuela y la comunidad, no se pueden establecer preguntas específicas

que guíen el avance del proyecto. No obstante, se agregan algunas de carácter general, que sirvan a título de ejemplo: ¿Creen que conviene afinar los objetivos y logros originales? ¿Quién más debería participar en el proyecto? ¿Hay algún familiar de ustedes que conozca de este tema y pueda ayudarnos en un tramo del proyecto? ¿Tendríamos que consultar con alguien los resultados hasta ahora obtenidos? ¿Hay alguna amenaza que perciban en relación con lo que hacemos? ¿Conocen a alguien que se vería perjudicado por lo que estamos haciendo? ¿Hay alguien que conozcan y que esté interesado en sumarse al proyecto? etc.

#### Evaluación

Se evaluará a los estudiantes en todas las etapas del desarrollo del proyecto: en la etapa del diseño; durante el proceso de consenso; al finalizar todas las actividades, para analizar el cumplimiento de los objetivos y, finalmente, para asegurar la sustentabilidad y la redefinición de los propios objetivos.

La evaluación del proyecto y sus logros deben involucrar a todos sus protagonistas (estudiantes, docentes, directivos, dirigentes comunitarios, destinatarios del servicio), a fin de verificar los productos alcanzados en relación con las metas establecidas. Esto es lo que se denomina evaluación "ex-post" de un proyecto, y para ello se podrán plantear las siguientes preguntas: ¿Fue identificado y definido claramente el problema?

¿Fue suficientemente sólida su fundamentación? ¿Fue precisa la definición de los objetivos de aprendizaje? ¿Fue clara la definición de los objetivos en relación con el problema comunitario detectado? Las actividades programadas, ¿respondieron a los objetivos? ¿Estaban claramente identificados los destinatarios? ¿Estaban bien definidas las tareas y las responsabilidades de cada uno de los participantes? ¿Estaban bien estimados los tiempos dentro y fuera del horario escolar para el desarrollo del proyecto? ¿Qué espacios, dentro o fuera de la escuela, se destinaron al desarrollo de las actividades del proyecto? ¿Con qué recursos materiales se contó? ¿Resultaron suficientes? ¿Cuál fue el origen de los recursos? ¿Se solicitó financiamiento a otras instituciones? ¿Se correspondieron las actividades programadas con los tiempos previstos?

Para la evaluación general del cumplimiento de los objetivos pedagógicos se tomarán en cuenta las siguientes evaluaciones parciales: de los contenidos académicos aprendidos; de las competencias desarrolladas; de la concienciación adquirida por el grupo sobre los conflictos vinculados al proyecto (la cual incluirá la autoevaluación de cada estudiante); del impacto personal del proyecto en cada estudiante (por ejemplo la elevación de la autoestima, seguridad y confianza en sus propias capacidades y reconocimiento de dichas capacidades, incluyendo la autoevaluación).

Los espacios de reflexión también darán lugar a la posibilidad de hacer evaluaciones periódicas de los desempeños individuales, y abrir un espacio de diálogo sobre el funcionamiento grupal y sus eventuales fortalezas y debilidades. Un último asunto a resolver motivaría la siguiente pregunta: ¿Se tuvieron en

Preguntas	Valoración			
	Mala	Regular	Buena	Muy buena
Mi participación dentro del proyecto fue				
La ayuda que ofrecimos fue				
Con el proyecto ¿A cuántas personas ayudé?	Pocas	Muchas		

cuenta diferentes instancias e instrumentos de evaluación?

## Anexo

**Sugerencia:** Se puede emplear el siguiente modelo de presentación de un proyecto de aprendizaje-servicio.

**1. Nombre.** El nombre que se le asigna a un proyecto es importante, tanto por la posible motivación a los estudiantes, como por la claridad que aporte en la identificación del proyecto, dentro y fuera de la institución escolar.

**2. Datos generales.** Debe incluir el nombre de la institución educativa y el de su director; el nombre de los responsables del proyecto, y datos básicos de los mismos. Si hay una contraparte local (instituciones, organizaciones, grupos, etc.), deberán aparecer el nombre y los datos de los responsables.

**3. Síntesis del diagnóstico.** Puede anexarse una breve descripción del ámbito de desarrollo del proyecto, así como de las metodologías empleadas para arribar a esa concreción.

### 4. Definición de objetivos.

Los objetivos harán referencia tanto a los aspectos vinculados al servicio comunitario como a los del aprendizaje.

### 5. Fundamentación.

Deberá considerarse la realidad estudiada. ¿Por qué resulta importante el proyecto, y por qué la escuela decide "hacerse cargo" de esta situación y de la metodología del aprendizaje-servicio? Y, ¿cómo se verá aplicada en este proyecto?

**6. Destinatarios.** Incluye un análisis del impacto del proyecto en los beneficiarios directos o indirectos. Se explicará el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta: quiénes serán los responsables de la gestión; en qué espacios físicos desarrollarán su tarea; qué acuerdos mínimos se establecen entre los diversos actores (quiénes llevarán a cabo la tarea, qué apoyo recibirán, etc.); si se requieren autorizaciones o algún respaldo legal; qué normativas seguirán (pautas de trabajo, o un marco de convivencia); cuáles serán los plazos parciales y cuál el final

(cronograma).

**7. Evaluación.** Deben consignarse los instrumentos e instancias correspondientes, el momento de la evaluación misma (de acuerdo con el cronograma) y su metodología, tanto en el caso de las parciales como en el de la final.

## Otros recursos

*Agua-Ecorportal.net*, Artículos de opinión (debate) y noticias de actualidad sobre temas relacionados con el agua y el medio ambiente, [www.agua.ecoportal.net](http://www.agua.ecoportal.net)

Caja de Herramientas de la GWP para la gestión integrada de los recursos hídricos, [www.gwptoolbox.org](http://www.gwptoolbox.org)

Ministerio de Educación de la Argentina, Secretaría de Educación Básica, Programa Nacional Escuela y Comunidad, *Guía para emprender un proyecto de aprendizaje-servicio*, s/l, 2001.

Programa de Evaluación de los Recursos Hídricos (UNESCO), Segundo Informe, *El agua: una responsabilidad compartida*, [www.unesco.org/water/wwap/](http://www.unesco.org/water/wwap/)

# Coloréame una cuenca



■ **Edad recomendada:**  
De 15 años en adelante.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias del Ambiente,  
Matemáticas, Historia,  
Geografía.

■ **Duración:**  
Preparación:  
Opción 1: 10 minutos.  
Opción 2: 10 minutos.  
Opción 3: 10 minutos.

Dinámica:  
Opción 1: 40 minutos.  
Opción 2: 50 minutos.  
Opción 3: 40 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases.

■ **Habilidades:**  
Cálculo, interpretación, análisis.

■ **Propuestas relacionadas:**  
Antes de esta dinámica, los estudiantes deberán tener noción de lo que son las cuencas hidrológicas, para lo cual se puede utilizar "Cuando cuentas cuencas". En "Aquí hay algo turbio" y en "Suma de las partes" también se abordan la erosión y las Mejores Prácticas de Gestión. En "Imitemos el paisaje" se abordan elementos y factores del medio físico y el movimiento del agua en éste, mediante la "construcción" de un río.

■ **Vocabulario:**  
Avenida, cuenca, descarga,  
escorrentía.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Por qué el agua de una cuenca hidrológica es azul... parda... o verde?*

## ▼ Resumen

Mediante la interpretación de mapas, los estudiantes observan la forma en que el desarrollo puede afectar una cuenca hidrológica.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Reconocerán que los asentamientos poblacionales y su crecimiento provocan cambios en el uso del suelo.
- Analizarán cómo las variaciones en el uso del suelo de una cuenca hidrológica pueden afectar la escorrentía y las avenidas.

## Materiales

- Mapas y fotografías de la comunidad, antiguas y actuales (opcional).
- Copias de los Mapas A y B.

### Para la Opción 1:

- Lápices de colores.

### Para las Opciones 2 y 3:

- Calculadora.
- Copias de la hoja para la Opción 2 **Cobertura de la superficie del terreno.**
- Copias de la hoja para la Opción 3 **Volumen de lluvia y Volumen de escorrentía.**

## Conexiones

Al aprender sobre el pasado se aclaran nuestras perspectivas actuales, y esto nos ayuda a planear el futuro. Los mapas históricos secuenciales proporcionan interpretaciones gráficas de la historia de las cuencas hidrológicas. Al comparar las prácticas de uso del suelo pasadas y actuales, los estudiantes reconocen las tendencias del desarrollo; este conocimiento puede ayudarles a apreciar la importancia de la gestión o manejo de las cuencas.

## Antecedentes

Los encargados de la gestión o administración del agua, y de las políticas respectivas, emplean mapas para vigilar los cambios del uso del suelo que podrían contribuir a aumentar los escurrimientos o escorrentía. Oficinas públicas y empresas privadas han invertido mucho tiempo, energía y dinero en proyectos diseñados específicamente para reunir datos al respecto. Los usos del suelo que son vigilados incluyen (pero no se limitan) a: uso urbano (residencial, áreas verdes y comercios); agrícola (pastizales, producción de granos y hortalizas) e industrial; sistemas de transporte (caminos, vías férreas y senderos); reservas territoriales (bosques, selvas, humedales), y sitios de uso público (refugios, parques y monumentos).

Los cambios en el uso del suelo pueden tener un impacto significativo sobre los recursos hídricos. En ríos, lagos y otros cuerpos de agua se capta la que drena de las tierras altas circundantes, y la cuenca recibe entonces los nombres de "hidrológica" o "de drenaje". Despues de las lluvias, o cuando hay deshielo, el agua de la superficie es captada por el suelo y la vegetación, se almacena en el subsuelo y en las plantas, y luego es liberada lentamente al sitio de captación (por ejemplo, un arroyo).

Actualmente, los administradores de recursos naturales desarrollan y emplean *sistemas de información geográfica* (SIG), con el fin de almacenar datos y generar mapas del uso de la tierra. Aunque el proceso de obtención de datos es tedioso, la facilidad con que se generan mapas es de suma

utilidad. Por ejemplo, la instancia a cargo de la gestión del agua podría generar un mapa de la cuenca de un río y sus principales tributarios, con sus áreas de inundación y los desarrollos urbanos, para mostrar las áreas susceptibles de inundación. Esta información es valiosa tanto para los gobiernos locales como para los planificadores, los agentes de bienes raíces, los banqueros, los propietarios de inmuebles y otros interesados. Dicho mapa podría también compararse con los empleados hace diez, veinte o treinta años.

Una forma en que los administradores del agua estudian las cuencas hidrológicas es la medición de su escorrentía. Al determinar su descarga se implica la medición del volumen que fluye después de cierto punto y en determinado tiempo (velocidad). El flujo (gasto) de agua se calcula en  $m^3/s$  (metros cúbicos por segundo).

Los científicos calculan el promedio del flujo al medir la cantidad que pasa a través del

canal de un arroyo por un cierto número de años. Cuando ese flujo cambia significativamente, los administradores de la cuenca investigan las causas. La cantidad de agua que una cuenca descarga depende de las condiciones del suelo, la cubierta vegetal y las acciones humanas. Humedales, bosques y praderas captan y almacenan más agua que los caminos pavimentados y los estacionamientos. Así, las áreas urbanas tendrán más escurrimientos que las cubiertas con vegetación.

Las instituciones responsables de la gestión del agua evalúan cuidadosamente los cambios del uso del suelo y fijan las políticas de desarrollo. Por ejemplo, en áreas susceptibles a la erosión incorporan medidas conservacionistas como: plantación de franjas de vegetación y canales de conducción del agua cubiertos con pasto, que pueden reducir de manera significativa la erosión y la carga de sedimentos que llegan a los ríos. Los encargados

de la gestión de cuencas pueden incluso llegar a requerir a los propietarios de tierras muy susceptibles a la erosión, que planten vegetación para reducir dicha erosión. En áreas urbanas, los gobiernos locales pueden establecer áreas naturales por separado, para que sirvan de filtro a las avenidas pluviales, con base en los datos respectivos y los problemas de la calidad del agua del arroyo. En cada una de esas situaciones, el empleo de mapas para comprender los usos anteriores y actuales de la tierra ayuda a que los administradores del agua hagan una mejor predicción de los problemas futuros.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

¿Cómo se veían hace cien o cincuenta años las tierras y los ríos que rodean la población donde vives o de algunas ciudades que conozcas? ¿Cómo han crecido cada una de estas regiones? Tal vez los estudiantes quieran referirse a antiguas fotografías o reseñas de los periódicos. ¿Existía alguna



Cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Foto: Rita Vázquez del Mercado Arribas.

escuela? ¿Qué sucedía entonces cuando el agua caía sobre la tierra, en comparación con el día de hoy? Si hay un cuerpo de agua cerca de la escuela, ¿se ha alterado su aspecto y condición al paso de los años? Explique a los estudiantes que los mapas nos enseñan cosas del pasado y que posiblemente respondan a preguntas de esta clase.

### ▼ Dinámica

**Proporcione a los estudiantes copias de los Mapas A, B y C.**

**Explíquenles que representan la vista aérea de una cuenca tomada en distintos tiempos.**

Para simplificar la interpretación del mapa, los bordes de la cuenca coincidirán con las orillas de la cuadrícula. Además, los contornos de varias áreas (por ejemplo, humedales, bosques) se alinearán con las líneas de la cuadrícula.

A continuación se presentan las tres opciones de interpretación de la cuenca en los mapas.

La primera puede ser la más adecuada para los estudiantes más pequeños, pero también puede ayudar a que todos completen las opciones 2 y 3. Para completar estas últimas, los estudiantes deberán saber calcular porcentajes.

### Opción 1

**1. Pida a los estudiantes que observen los Mapas A, B y C. Explíquenles que representan los cambios ocurridos en un lugar determinado a lo largo de cien años. Pídale que vean la clave de cada mapa. Indíquenles que coloren cada área con un color distinto (por ejemplo, que coloren de verde todas las áreas boscosas).** En todos los mapas deberán emplear el mismo tono de color para una misma clase de área.

**2. Cuando terminen de colorear, pídale que comparen el tamaño de las distintas áreas de cada mapa y entre los propios mapas.** Pídale que comparen la cubierta vegetal y las prácticas de uso del suelo en cada uno de los períodos. Quizá observen cambios en la

producción de las cosechas, bosques, pastizales, humedales, usos del suelo urbano, etcétera.

### 3. Discutan sobre una o más de las siguientes preguntas:

- ¿Qué le sucede al área donde había bosque al observar primero el *Mapa A* y luego el *Mapa C*?
- ¿Qué mapa tiene la mayor cantidad de tierra dedicada a asentamientos humanos?
- ¿Dónde se ubica la mayoría de los asentamientos humanos?
- ¿Qué efecto podrían tener estos asentamientos sobre la cuenca hidrológica?
- ¿Habrán manejado los estudiantes dicho desarrollo de manera distinta?

### Opción 2

**1. Pida a los estudiantes que calculen el área de cada uno de los mapas.** Cada unidad de la cuadrícula representa un kilómetro cuadrado ( $\text{km}^2$ ), por lo que hay  $360 \text{ km}^2$  ( $360\ 000\ 000 \text{ m}^2$ ) en cada mapa.

**2. Para cada mapa, pida a los estudiantes que calculen qué cantidad del área está ocupada por cada tipo de cobertura del suelo (por ejemplo, bosque, humedal o tierra de cultivo).** Las respuestas pueden ser por igual cálculos aproximados o exactos. Por ejemplo, para el *Mapa A*, 17 unidades de la cuadrícula están ocupadas por humedales. Al dividir las 17 unidades entre el total de

unidades (360) y multiplicar el resultado por 100 (para obtener el porcentaje), los alumnos deben calcular que el 4.7% del suelo es de humedales. El área destinada a cada uso del suelo (bosques, agricultura, etc.), cambiará en cada mapa; pero la cobertura de los arroyos (111 cuadros, o sea el 30.8%) permanecerá constante. Los alumnos deben registrar sus respuestas en la *Hoja para la Opción 2 Cobertura de la superficie del terreno*.

**3. Diga a los estudiantes que en la cuenca se han precipitado cinco centímetros (5 cm o 0.05 m) de lluvia. Aunque la lluvia no cae de manera uniforme sobre un área grande, supongan que cayeron 5 cm de lluvia de manera uniforme sobre la totalidad de la cuenca. Al transformar tanto la precipitación pluvial como la superficie de tierra a metros, los estudiantes pueden calcular la cantidad de agua (en  $\text{m}^3$ ) que cayó sobre el suelo.**  $18\ 000\ 000 \text{ m}^3$  de lluvia cayeron sobre la cuenca ( $0.05 \text{ m} \times 360\ 000\ 000 \text{ m}^2 = 18\ 000\ 000 \text{ m}^3$ ). De estos  $18\ 000\ 000 \text{ m}^3$  de lluvia,  $5\ 550\ 000 \text{ m}^3$  fluyeron al arroyo ( $111\ 000\ 000 \text{ m}^2 \times 0.05 \text{ m} = 5\ 550\ 000 \text{ m}^3$ ). Esta puede parecer una gran cantidad de agua, pero si cayeron 5 cm de lluvia de manera uniforme sobre una cuenca de este tamaño, el arroyo recibiría precisamente dicho volumen de agua. (NOTA:  $100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$ ;  $1\ 000\ 000 \text{ m}^2 = 1 \text{ km}^2$ .)

### CLAVE DE RESPUESTAS: COBERTURA DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO.

	MAPA A		MAPA B		MAPA C	
	Hace 100 años	Actualmente	Hace 50 años	Actualmente	km <sup>2</sup>	%
Superficie del suelo	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Bosques.	189	52.5	162	45	111	30.8
Pastizales.	20	5.6	14	3.9	6	1.7
Humedales.	17	4.7	13	3.6	5	1.4
Uso residencial.	13	3.6	33	9.2	58	16.1
Uso agrícola.	10	2.8	27	7.5	69	19.2
Arroyos.	111	30.8	111	30.8	111	30.8

**4. Pida a los estudiantes que calculen la cantidad de agua que drenaría de la tierra al arroyo.**

Dígales que para la cuenca representada en el *Mapa A*, hubo una escorrentía de 2 767 500 m<sup>3</sup> de lluvia es decir, el agua que fluyó al arroyo y que no se filtró por el piso, que no se evaporó y que no fue empleada por plantas y animales. La escorrentía se proporciona en la *Clave de Respuestas*. En la *Opción 3*, los estudiantes pueden calcular la escorrentía para cada superficie de terreno.

**5. Discuta los cambios habidos en la cobertura de terreno representados en los Mapas A a C. Pida a los estudiantes que consideren si la escorrentía aumentaría o disminuiría.**

6. Dígales que cuando cayeron 12 450 000 m<sup>3</sup> de lluvia sobre el terreno representado en el *Mapa A*, la escorrentía fue de 2 767 500 m<sup>3</sup>; en el *Mapa B*, la escorrentía fue de 3 102 500 m<sup>3</sup> y en el *Mapa C* de 4 797 500 m<sup>3</sup>. Discutan las siguientes preguntas.

- ¿Qué absorbe más agua, el concreto o el bosque (o los

humedales o los pastizales)?

- ¿Cuál de los tres mapas representa la cuenca que puede captar y almacenar la mayor parte de agua?
- ¿Qué problemas podrían surgir si el agua corriera con rapidez sobre el material de la superficie, en vez de desplazarse lentamente o filtrarse?
- ¿Cómo se afectaría la calidad del agua del río por los cambios de la cuenca?

### Opción 3

**Pida a los estudiantes que determinen la forma en que se obtuvieron las cifras de la opción 2. En la hoja para la opción 3 *Volumen de lluvia y Volumen de escorrentía*, se ha asignado una proporción de agua que no es absorbida o que corre por la superficie de cada área. Con la información de esta hoja y de la hoja *Cobertura de la superficie del terreno*, pida a los estudiantes que calculen la cantidad de agua de cada área que no se absorbe. Por ejemplo, para la zona boscosa del *Mapa A*,  $189 \text{ km}^2 \times 1\,000\,000 \text{ m}^3/\text{km}^2 = 189\,000\,000 \text{ m}^3$ . Esta cantidad se multiplica por la cantidad de lluvia (189 000**

$000 \text{ m}^2 \times 0.05 \text{ m} = 9\,450\,000 \text{ m}^3$ ). Como el 20% de la lluvia fue de escorrentía, fluyeron 1 890 000 m<sup>3</sup> de agua al arroyo desde la zona boscosa ( $9\,450\,000 \text{ m}^3 \times .20$ ).

**NOTA:** Las cifras para el porcentaje de escorrentía que hemos manejado, se basan en datos hipotéticos. Para determinar la cantidad de agua que absorbió el material de la superficie, se necesita saber el tipo y la textura del suelo, la pendiente, la vegetación, la intensidad de la lluvia y otros factores. Además, muchas áreas rurales y urbanas están llevando a cabo actualmente medidas para la conservación del agua que ayudan a retenerla y a prevenir que escurra sobre la superficie. La información de las hojas de las opciones 2 y 3 se da solo con fines prácticos y de comparación.

### ▼ Cierre

Pida a los estudiantes que hagan el resumen de la forma en que los cambios de la tierra afectan la cantidad y calidad de la escorrentía en una cuenca hidrológica. Discutan sobre las prácticas de uso del suelo que

## CLAVE DE RESPUESTAS: VOLUMEN DE LLUVIA Y VOLUMEN DE ESCORRENTÍA

	MAPA A Hace 100 años		MAPA B Hace 50 años		MAPA C Actualmente	
Superficie del suelo y % de escorrentía.	Volúmen m <sup>3</sup>	Escorrentía m <sup>3</sup>	Volúmen m <sup>3</sup>	Escorrentía m <sup>3</sup>	Volúmen m <sup>3</sup>	Escorrentía m <sup>3</sup>
Bosques, 20% de escorrentía.	(9.45 x 10 <sup>6</sup> ) 9,450,000	(1.89 x 10 <sup>6</sup> ) 1,890,000	(5.55 x 10 <sup>6</sup> ) 5,550,000	(1.11 x 10 <sup>6</sup> ) 1,110,000	(5.55 x 10 <sup>6</sup> ) 5,550,000	(1.11 x 10 <sup>6</sup> ) 1,110,000
Pastizales, 10% de escorrentía.	(1.0 x 10 <sup>6</sup> ) 1,000,000	(.1 x 10 <sup>6</sup> ) 100,000	(.7 x 10 <sup>6</sup> ) 700,000	(.07 x 10 <sup>6</sup> ) 70,000	(.3 x 10 <sup>6</sup> ) 300,000	(.03 x 10 <sup>6</sup> ) 30,000
Humedales, 5% de escorrentía.	(.85 x 10 <sup>6</sup> ) 850,000	(.425 x 10 <sup>6</sup> ) 42,500	(.65 x 10 <sup>6</sup> ) 650,000	(.0325 x 10 <sup>6</sup> ) 32,500	(.25 x 10 <sup>6</sup> ) 250,000	(.0125 x 10 <sup>6</sup> ) 12,500
Uso residencial, 90% de escorrentía.	(.65 x 10 <sup>6</sup> ) 650,000	(.585 x 10 <sup>6</sup> ) 585,000	(1.65 x 10 <sup>6</sup> ) 1,650,000	(1.485 x 10 <sup>6</sup> ) 1,485,000	(2.9 x 10 <sup>6</sup> ) 2,900,000	(2.61 x 10 <sup>6</sup> ) 2,610,000
Uso agrícola, 30% de escorrentía.	(.5 x 10 <sup>6</sup> ) 500,000	(.15 x 10 <sup>6</sup> ) 150,000	(1.35 x 10 <sup>6</sup> ) 1,350,000	(.405 x 10 <sup>6</sup> ) 405,000	(3.45 x 10 <sup>6</sup> ) 3,450,000	(1.035 x 10 <sup>6</sup> ) 1,035,000
Escorrentía total.		2,767,500		3,102,500		4,797,500
Escorrentía total y descarga al arroyo, (5 550 000 m <sup>3</sup> ).		(8.32 x 10 <sup>6</sup> ) 8,317,500		(8.652 x 10 <sup>6</sup> ) 8,652,500		(10.347 x 10 <sup>6</sup> ) 10,347,500

se dan en la comunidad y cómo éstas pueden afectar el drenaje o flujo de agua en la cuenca. Lleve a los alumnos a una caminata en torno a la escuela y a la comunidad para que observen las áreas que aumentan o disminuyen la escorrentía. Por ejemplo, los estacionamientos, caminos pavimentados y aceras promueven la incrementan, mientras que los parques, humedales y árboles la reducen, ya que captan agua.

Los estudiantes podrían asistir a una junta pública en la cual se discutan los cambios en el uso del suelo de su comunidad.

Si los estudiantes fueran a hacer el dibujo de un cuarto mapa de la misma área para dentro de cien años, ¿cuál sería su aspecto? Pida a los estudiantes que planeen una ciudad que contribuya de manera positiva a la cuenca. Para esto deberán comunicarse con los planificadores de la ciudad o hacer investigaciones en la biblioteca, para dar apoyo a sus proyectos.

## Evaluación

Pida a los estudiantes:

- Que comparan la superficie de tierra ocupada por granjas, poblaciones y áreas naturales dentro de la cuenca en distintos momentos (*Opciones 1 y 2*).
- Describan cómo se afecta la escorrentía por los cambios en el uso del suelo (*Opción 2*).

- Calculen la escorrentía proveniente de diversas áreas de la cuenca (*Opción 3*). Al completar la dinámica, para una evaluación posterior, haga que los estudiantes:
  - Diseñen un plano de la escorrentía de la ciudad.

## Extensiones

Haga que los estudiantes investiguen sobre los cambios habidos en su propia comunidad. Pueden encontrar mapas históricos y actuales consultando a ministerios y secretarías de estado, así como al registro público de la propiedad y a los institutos de Antropología e Historia relacionados con la estadística, la geografía y la informática del agua y los recursos naturales. En ocasiones las bibliotecas resguardan mapas históricos, hechos a mano. Las personas encargadas de los recursos en estas oficinas o en la comunidad también poseen información y perspectivas sobre los usos en el pasado, presente y futuro del agua.

Es posible que los estudiantes quieran llevar a cabo un análisis más preciso del grado al cual las distintas áreas de superficie son permeables al agua. Para tal fin, deberán comunicarse con los encargados de conservación o de extensión de la comunidad, para aprender la forma en que los diversos tipos de suelo afectan la escorrentía.

Los estudiantes pueden emplear la tecnología computacional para aumentar su comprensión de las características geográficas, mediante los sistemas de información geográfica (SIG), (*Geographic Information Systems*, GIS).

## Otros recursos

Ecoportal.net, El Directorio Ecológico y Natural, *Temas Especiales* (Agua, Suelo y Hábitat Urbano), <http://ecoportal.net>

Enkerlin, Ernesto y Cano, Gerónimo, 2000, *Vida, Ambiente y Desarrollo en el siglo XXI: Lecciones y acciones*, Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V., México, 2000.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Video, *Cuenca hidrológica. Unidad Básica de planeación. Características y partes de las cuencas, importancia en la vida humana y su relación con el ciclo hidrológico*, México, 2002, [www.imta.mx](http://www.imta.mx)

Márquez, Ernesto, *Aguas con el agua, Cultura del agua*. Colección Básica del Medio Ambiente, SOMEDICYT y SEMARNAP, México, 2000.

Solleiro Rebolledo, Elizabeth, *El Suelo: ese desconocido*, Colección básica del medio ambiente, SOMEDICYT y SEMARNAP, México, 2000.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

## Hoja para la opción 2 COBERTURA DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO

	MAPA A Hace 100 años		MAPA B Hace 50 años		MAPA C Actualmente		
	Cobertura	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Bosque.							
Pastizales.							
Humedales.							
Uso residencial.							
Uso agrícola.							
Arroyos.							

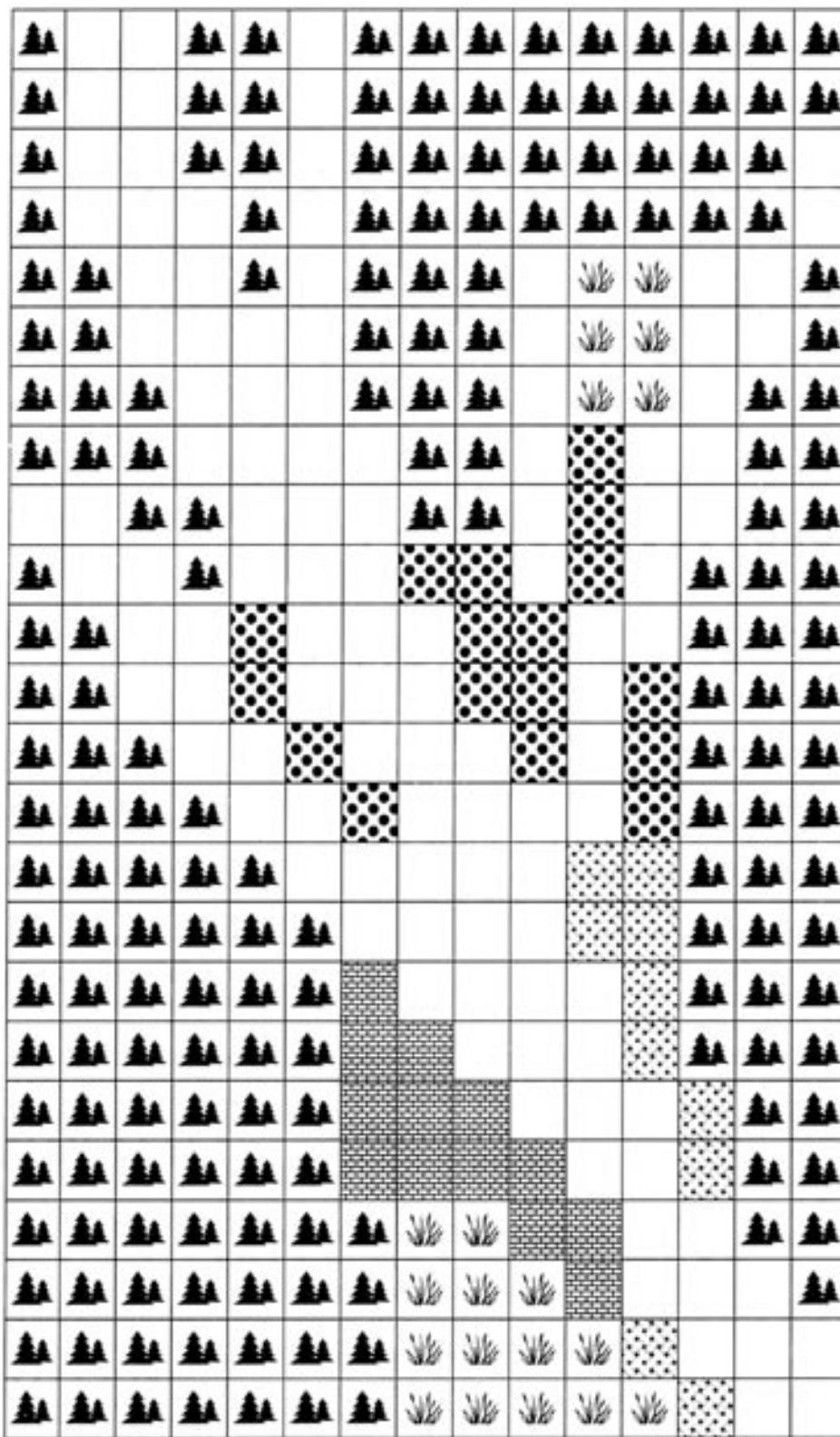
## Hoja para la opción 3 VOLUMEN DE LLUVIA Y VOLUMEN DE ESCORRENTÍA

Cobertura y % escorrentía	MAPA A Hace 100 años		MAPA B Hace 50 años		MAPA C Actualmente	
	Volumen m <sup>3</sup>	Escorrentía m <sup>3</sup>	Volumen m <sup>3</sup>	Escorrentía m <sup>3</sup>	Volumen m <sup>3</sup>	Escorrentía m <sup>3</sup>
Bosques, 20% escorrentía.						
Pastizales, 10% escorrentía.						
Humedales, 5% escorrentía.						
Uso residencial, 90% escorrentía.						
Uso agrícola, 30% escorrentía.						
Escorrentía total.						
Total de descargas, (5 550 000 m <sup>3</sup> ).						



# Mapa A

HACE 100 AÑOS



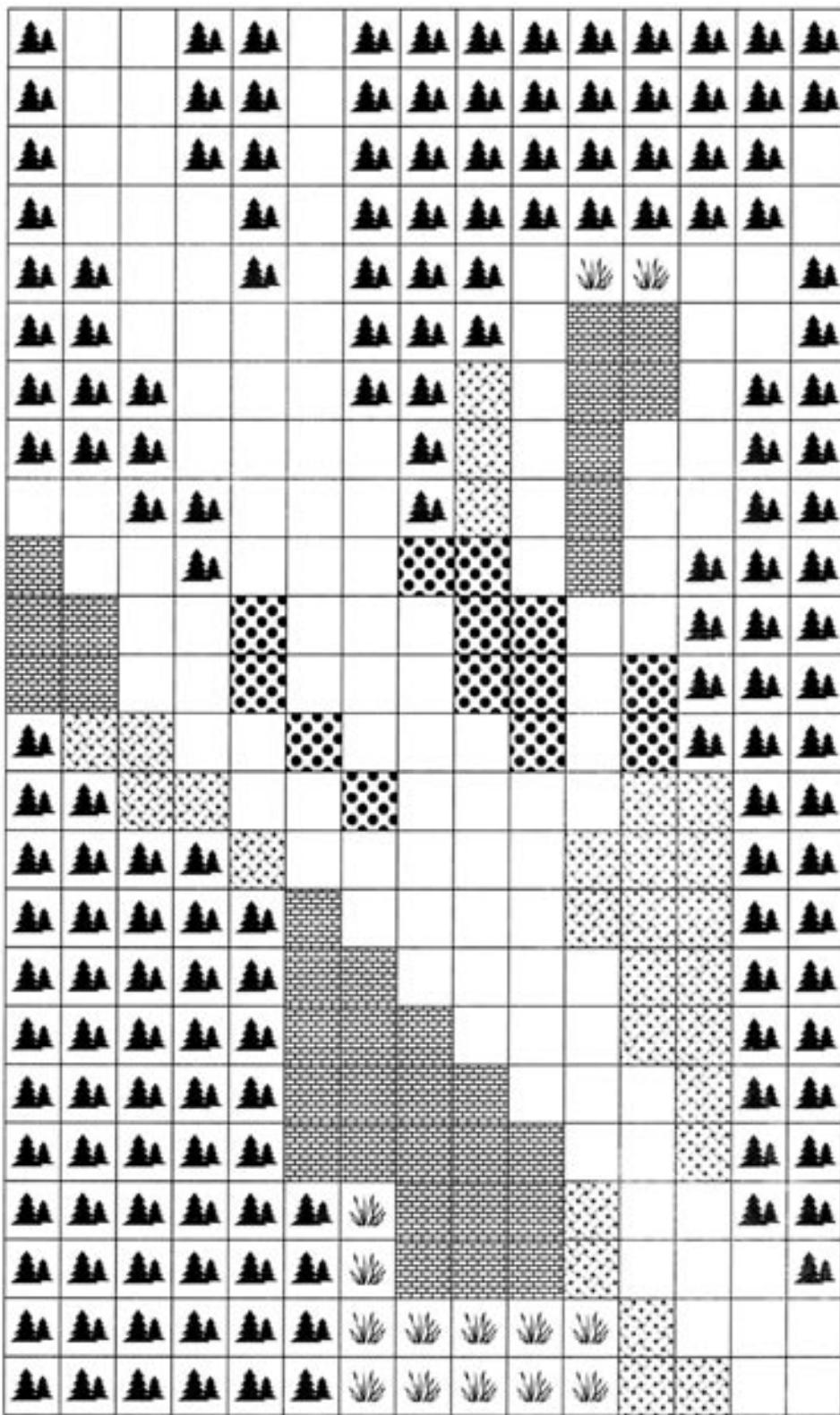
## Clave

	Agricultura.
	Residencial.
	Humedales.
	Pastizales.
	Bosques.
	Arroyos.



# Mapa B

HACE 50 AÑOS

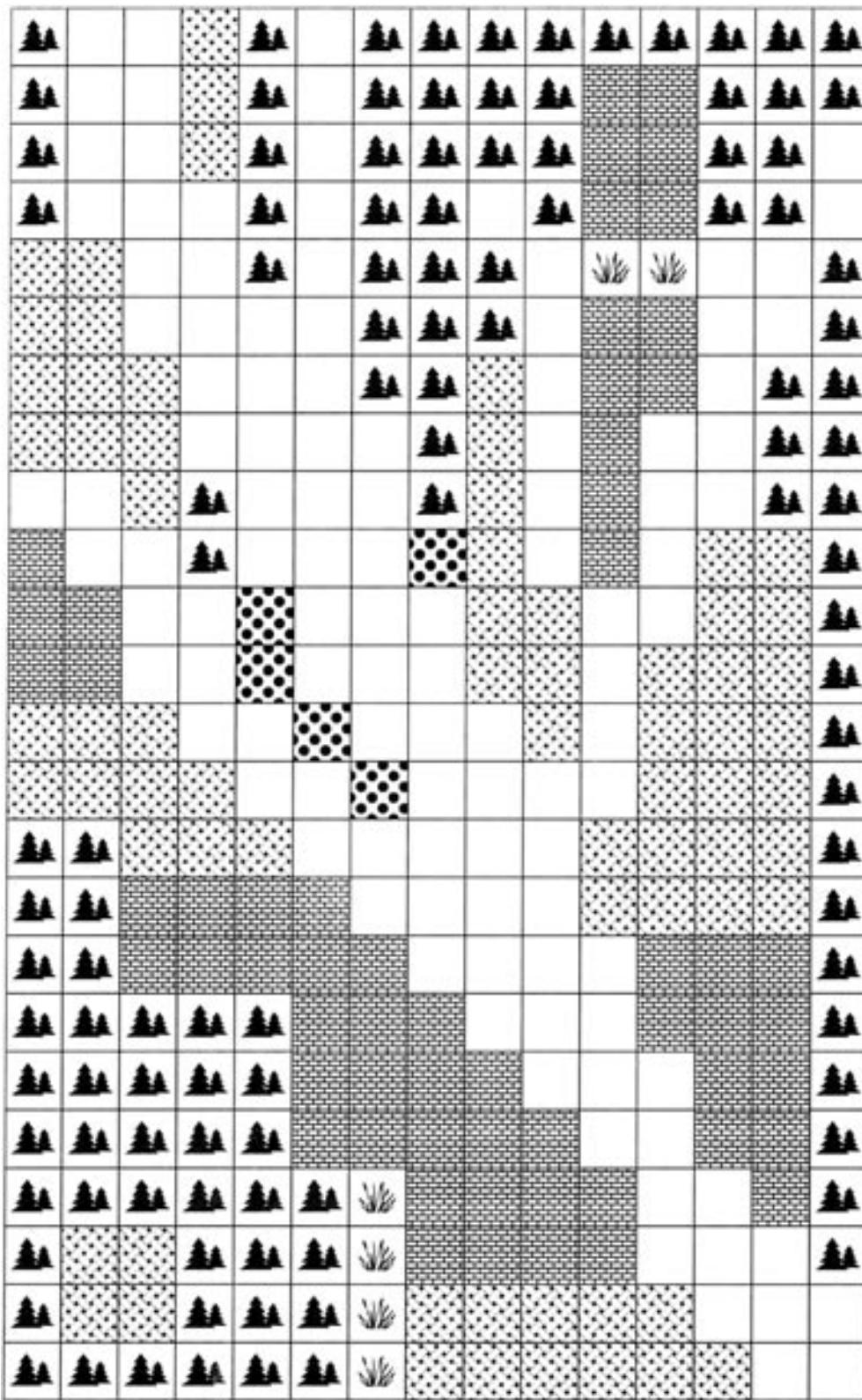


## Clave

	Agricultura.
	Residencial.
	Humedales.
	Pastizales.
	Bosques.
	Arroyos.

# Mapa C

PRESENTE



Clave

Agricultura.	
Residencial.	
Humedales.	
Pastizales.	
Bosques.	
Arroyos.	



# Como agua para chocolate



■ **Edad recomendada:**  
De 15 años en adelante.

■ **Disciplinas:**  
Civismo, Medio Ambiente,  
Lingüística.

■ **Duración:**  
Preparación:  
30 minutos.

Dinámica:  
Dos períodos de 50 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases y biblioteca

■ **Habilidades:**  
Recopilación de información,  
organización, análisis,  
interpretación, diseño,  
composición, evaluación,  
presentación.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“¿De quién es el problema?”  
y “Buscamos soluciones”  
(problemas hídricos globales  
y locales); “Agua para  
todos” (demanda, cantidad  
y calidad del agua); “Agua  
segura” (almacenamiento  
y calidad del agua), y “Qué está  
sucediendo” (encuesta sobre  
problemas hídricos).

■ **Vocabulario:**  
Debate.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Alguna vez te has sentido como  
“agua para chocolate” en una  
discusión?*

## ▼ Resumen

Con el empleo de estrategias de debate, los estudiantes aprenden cómo presentar un argumento válido relacionado con un tema sobre el agua.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Aplicarán principios y estrategias básicas en el debate de temas sobre el agua.
- Reconocerán y compararán la efectividad entre las presentaciones basadas en la razón y las basadas en la emoción.

## Materiales

- Tarjetas de 10 x 15 centímetros.
- Copias de *Debate de opiniones*.
- Video de un debate real (opcional).

## Conexiones

Los estudiantes podrán recordar al menos una ocasión en que hayan tenido un desacuerdo con su padre, un amigo o un maestro. Quizá hayan estado en conflicto sobre un incidente menor, pero todavía se encontraban decididos a ganar la discusión. La participación en un debate formal ayuda a que los estudiantes desarrollen habilidades como improvisar, escuchar de manera eficiente, pensar críticamente y razonar intensamente, todo lo cual les ayuda a expresar sus puntos de vista y a apoyar su argumentación.

## Antecedentes

Todos los días, miles de debates en torno a temas relacionados con el agua se producen en todo el mundo; por ejemplo, debates sobre temas que van desde las preocupaciones personales, hasta asuntos de importancia colectiva como la pérdida de

los humedales. Por cada tema sobre recursos hídricos existe una diversidad de opiniones personales referentes a la forma de resolver un problema. Las partes interesadas, como administradores de recursos, miembros de la comunidad, negociantes o representantes agrícolas, desean que su solución se apruebe. Aun así, si no pueden comunicar sus ideas de manera eficaz, no serán bien recibidas y quizás no se tomen con seriedad. Nunca en la historia del manejo de los recursos la comunicación ha sido tan importante como ahora.

El debate da a las personas la oportunidad de que presenten sus respectivas opiniones sobre un tema. De otra parte, implica dos tipos de discurso: el constructivo y el de impugnación.

Los discursos constructivos apoyan y defienden un punto de vista, mientras que los de impugnación refutan al oponente. En otras palabras, durante los discursos constructivos, cada contraparte presenta argumentos apoyados por evidencia (adquirida mediante investigación y escrita en tarjetas para notas) en favor de su punto de vista, mientras que en los de impugnación se hace lo mismo para desaprobar o desacreditar el punto de vista del oponente.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Presente y repase con los estudiantes un tema bien conocido como la pena de muerte o la democracia. Discutan sobre los distintos puntos de vista que las personas puedan tener respecto de estos temas.

Pida a los estudiantes que hagan una lluvia de ideas y enlisten temas del agua que se caractericen

por provocar puntos de vista opuestos. Escriba las ideas en el pizarrón, presentando cada tema en forma de una propuesta (por ejemplo, "No debe haber más plantas hidroeléctricas a gran escala en Latinoamérica"). Otros ejemplos de temas serían los pros y contras del almacenamiento del agua, el uso de plaguicidas y herbicidas, el manejo de las sequías, privatización de los servicios de agua potable y saneamiento, el trasvase de agua entre cuencas, la operación de mercados del agua, etcétera.

### ▼ Dinámica

**1. Informe a los estudiantes que van a debatir sobre un tema.**

**Repasen los procedimientos de debate y relacionen la terminología.** (Referirse a los Antecedentes y a los siguientes pasos.)

**2. Explique que el propósito de un debate es proporcionar la oportunidad para que dos partes opuestas defiendan o discutan sobre una propuesta o punto de vista dado.** Una de las partes dará su apoyo positivo y la otra argumentará en contra de la propuesta. Quien presente la evidencia más fuerte influirá en la acción que se tome respecto de esa propuesta determinada.

**3. Pida a los estudiantes que formen parejas.** Asigne a cada una la responsabilidad de representar un punto de vista dado (en pro o en contra) de un tema específico. Por ejemplo, puede designar a dos estudiantes para que argumenten a favor del desarrollo de una hidroeléctrica, y a otros dos para que lo hagan en contra; dos para que argumenten a favor de los usos recreativos de los ríos y dos en contra (quizá favoreciendo los usos en el riego, etc.). Una alternativa es organizar a los estudiantes en grupos y asignar dos grupos a las partes opuestas sobre el mismo tema. Los miembros del grupo trabajan en conjunto para investigar y preparar su posición respecto

del tema. Un miembro de cada grupo es nombrado vocero del mismo. Asegúrese de que cada tema tenga representación tanto en sentido positivo como negativo.

**4. Pida a los estudiantes que investiguen el tema del agua que les ha sido asignado y que anoten la información pertinente en tarjetas para notas.** La evidencia que reúnan deberá dar apoyo tanto al punto de vista que representan, como refutar los argumentos opuestos.

**5. Las dos parejas de estudiantes designadas a las partes opuestas de un tema se sentarán al frente del salón de clases; los estudiantes deberán ponerse de pie al hablar.** Los demás actuarán como jueces, anotando una calificación y decidiendo quién gana. Los polemistas presentarán sus argumentos de acuerdo con la siguiente forma:

Debate simplificado (para dos oradores)	Minutos (Secundaria)	Minutos (Preparatoria)
Discurso a favor (A).	4*	8*
Análisis de la contraparte (B / A).	2	3
Discurso en contra (B).	4	8
Análisis de la contraparte (A / B).	2	3
Refutación en contra (B).	2	3
Refutación a favor (A).	2	3

\*Tiempo máximo permitido en minutos.

**6. Lance una moneda al aire para determinar quién (parte a favor o en contra) dice primero su discurso.** Cualquiera de los oradores puede presentar primero su refutación. Puede darse tiempo para prepararla, pero este tiempo no debe exceder de tres minutos.

**7. En el juicio se asignaron valores del 1 al 4 (1 para el argumento más convincente y 4 para el menos convincente) tanto a las secciones de propuesta como a las de refutación.** Durante el debate, los jueces tomarán notas sobre los argumentos. Al final del debate, los resultados se tabularán y ganará el equipo que tenga el número de puntos acumulados más bajo.

Al calificar, considere:

<b>ANÁLISIS:</b>	Llegar al fondo del asunto.
<b>PRUEBA:</b>	Apoyar la disputa con evidencias suficientes y convincentes.
<b>ARGUMENTACIÓN:</b>	Razonamiento profundo; conclusiones lógicas.
<b>ADAPTACIÓN:</b>	Confrontación o respuesta a la oposición.
<b>REFUTACIÓN:</b>	Argumento que supera las razones del adversario. Parte del discurso en que se rebaten objeciones.
<b>ORGANIZACION:</b>	Presentación clara y lógica del material.
<b>ORATORIA:</b>	Estilo eficaz; impacto favorable en los oyentes.

**NOTA:** Recuerde que aunque se haya nombrado "ganador" a un grupo, ambos equipos han contribuido a una comprensión y apreciación más profundas de los temas relacionados con el agua y de las controversias involucradas.

### ▼ Cierre

Pregunte a los estudiantes lo que percibieron sobre el resultado de cada



Estudiante presentando sus argumentos. Foto: Rita Vázquez del Mercado.

debate. Pídale que hagan un resumen de cuál procedimiento del debate funcionó (y cuál no). Discutan qué estrategias y habilidades adquiridas durante el debate pueden aplicarse a otras áreas de su propia vida.

### Evaluación

Pida a los estudiantes que:

- Diseñen un argumento a favor y otro en contra, empleando al menos una evidencia bien razonada (*Paso 4*).
- Presenten un argumento a favor y otro en contra, y participen en un examen mediante preguntas, así como en la refutación de un tema relacionado con el agua (*Paso 5*).
- Evalúen los procedimientos de un debate (*Paso 7 y Cierre*).

### Extensiones

Pida a los estudiantes que apliquen sus habilidades para escribir una carta propositiva al editor de un periódico, expresándole sus opiniones sobre algún tema del agua. (Recuérdelos que someterán su trabajo al editor en lo personal; no deben suponer que la escuela apoyará sus opiniones, a menos de que cuenten con la definición de esta al respecto.)

### Otros recursos

*Agua-Ecoportal.net. Sección especial sobre el Agua en EcoPortal.net, Artículos de opinión (debate) y noticias de actualidad sobre temas relacionados con el agua y el medio ambiente,*  
[www.agua.ecoportal.net](http://www.agua.ecoportal.net)

Fundación Ecología y Desarrollo, *Agua-debate y racionalidad, Artículos de opinión (debate) en temas de actualidad sobre el agua y los recursos naturales asociados*, [www.agua-debate.org](http://www.agua-debate.org)

Lacoste, Yves, *El agua, la lucha por la vida*, Biblioteca Actual Larousse, s/l, 2003.

# Debate de opiniones

Nombre del equipo: \_\_\_\_\_ Nombre del Juez: \_\_\_\_\_  
Número a favor : \_\_\_\_\_ Número en contra : \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Marca con un círculo el número que describa mejor a la (las) contraparte (s) que juzgues, y anota tus comentarios abajo. Recuerda: una calificación de 1 = argumento más convincente, y una calificación de 4 = argumento menos convincente.

PROPOSITOR A FAVOR					PROPOSITOR EN CONTRA				
Discurso a favor.	1	2	3	4	Discurso en contra.	1	2	3	4
Análisis de contraparte.	1	2	3	4	Análisis de contraparte.	1	2	3	4
Refutación.	1	2	3	4	Refutación.	1	2	3	4
Comentarios:					Comentarios:				
TOTAL A FAVOR					TOTAL EN CONTRA				
1	2	3	4		1	2	3	4	

Determino que el debate fue ganado por \_\_\_\_\_.  
Los motivos de mi decisión son:

131

Nombre y firma del juez



# ¿De quién es el problema?



■ **Edad recomendada:**  
15 a 18 años.

■ **Disciplinas:**  
Civismo, Medio Ambiente.

■ **Duración:**  
Preparación:  
20 minutos.

Dinámica:  
50 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases.

■ **Habilidades:**  
Acopio de información,  
organización, análisis,  
interpretación.

■ **Propuestas relacionadas:**  
Esta dinámica puede realizarse antes y después de tratar en clase determinados temas hídricos para evaluar cambios en las percepciones de los estudiantes sobre problemas relacionados con el agua. “¿Qué está sucediendo?” puede seguir si se desea investigar o analizar adicionalmente un problema. “Buscamos soluciones” también ayuda a analizar y proponer soluciones para problemas ambientales regionales y locales.

■ **Vocabulario:**  
Problemas relacionados con el agua.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Por qué todos debemos preocuparnos en casa por una llave de agua que gotea? ¿Por qué debes preocuparte por una sequía en el África central?*

## ▼ Resumen

Para comprender la relación entre los problemas locales y mundiales, los estudiantes analizarán la importancia de los diversos problemas relacionados con el agua y sus repercusiones.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Analizarán la forma en que los problemas del agua afectan a las personas y a las poblaciones del mundo, y cómo estas dificultades pueden tener consecuencias inmediatas o a largo plazo.
- Ilustrarán el alcance y la duración de los problemas relacionados con el agua.

## Materiales

- Noticias periodísticas sobre problemas relacionados con el agua (pueden ser recopiladas por los estudiantes).
- Copias de la *Gráfica de análisis sobre problemas del agua*.
- Pizarrón y gis, o papel de estraza y marcadores, o acetatos para encabezados y marcadores.

## Conexiones

Con mucha frecuencia las personas se involucran tanto en la solución de sus dificultades locales, que se olvidan de atender aquellas de alcance estatal, nacional o internacional. Aunque para los estudiantes es importante atender su perspectiva interna y aprender sobre sí mismos, también deben hacer conciencia sobre su comunidad y el mundo que los rodea. El análisis de los problemas del agua los ayuda a comprender que las dificultades

locales tienen alcances mundiales que los afectan tanto a ellos como a otras personas.

## Antecedentes

A fin de poder apoyarlos, es importante comprender los procesos mediante los cuales los ecosistemas se mantienen en equilibrio y desarrollan estrategias a largo plazo. Ello requiere, a su vez, desarrollar estrategias y habilidades de planeación que permitan predecir la forma en que las acciones humanas, o de la propia naturaleza, podrían afectar al agua en el futuro. Quizá los estudiantes desarrollen estas cualidades, luego de considerar la forma en que la problemática del agua puede afectar de manera simultánea al individuo, a la comunidad y al mundo.

El alcance de los problemas relacionados con el agua varía tanto en el de nivel local como en el global. En un área limitada, los problemas locales pueden involucrar a un número reducido de personas. No obstante, si no se corrigen, esos problemas al principio locales pueden afectar a otras comunidades. Por ejemplo, si las personas de una ciudad son afectadas por una enfermedad transmitida por el agua, las bacterias podrían propagarse y dispersarse a otras ciudades si no se atacan localmente. A escala global, la sequía producida en cierta parte del mundo podría aumentar los precios de algunos alimentos de nuestra tienda de abarrotes.

Los problemas mundiales afectan la vida de las personas. Por ejemplo, muchos científicos predicen que los cambios en el clima harán que aumente la temperatura del planeta y que los deshielos de los casquetes polares elevarán el nivel de los mares.



Esto ocasionará un problema de alcance mundial y afectará principalmente a las personas que viven en las zonas costeras.

La duración de las preocupaciones relacionadas con el agua puede ser de corto plazo (por ejemplo, el plazo de una semana), de largo plazo (por ejemplo, más de quinientos años a partir de hoy) o de ambos tipos.

Una gotera de un techo crea un problema a corto plazo si se arregla en un tiempo razonable. Los desechos tóxicos tirados a los océanos permanecerán como un problema para los seres humanos del futuro. Un huracán puede azotar una ciudad por unas horas; pero tomará más tiempo recuperar las pérdidas materiales que ese desastre natural ocasiona, y toda una vida para lamentar la pérdida de vidas.

Es más probable que las personas entren en acción cuando los problemas las afecten directamente. El desafío de los educadores es ayudar a que las personas aprecien la forma en que pueden ser afectadas de manera personal, y la manera como las acciones individuales pueden ayudar a resolver, no sólo los problemas locales a corto plazo, sino los de escala más amplia.

Las personas que resuelven problemas locales (recolección de basura de un río, terraceo en la ladera de una colina para evitar la erosión, etc.) contribuyen al

bienestar del planeta. Lo mismo ocurre con las acciones de quienes trabajan para resolver problemas mundiales: educando a otros sobre una conducta ambientalmente responsable; procurando la aprobación de determinadas leyes sobre la calidad del agua de la nación por parte de un funcionario de gobierno, etc. Las acciones locales pueden producir resultados inmediatos, pero la persona que trabaja para resolver problemas mundiales quizás no vea el resultado de sus esfuerzos sino a largo plazo.

### Procedimiento

#### ▼ Introducción

Pida a los estudiantes que piensen en algún problema al que se hayan enfrentado. Al formular las siguientes preguntas, solicite a los estudiantes que levanten la mano para dar una respuesta afirmativa: ¿El problema afecta a sus vidas de manera directa? ¿Les preocupará durante la próxima semana? ¿Afecta a su familia? ¿Seguirá siendo un problema dentro de un año? ¿Es preocupante para la comunidad? ¿Y para la nación? ¿Y para el mundo? ¿Se pensará en él todavía dentro de cinco años? La mayoría de los estudiantes levantarán la mano por las primeras preguntas, pocos por la última.

#### ▼ Dinámica

1. Pida a la clase que reflexione en problemas actuales relacionados con el agua.

(Esto puede ser completado con artículos periodísticos seleccionados por los propios estudiantes.) También puede elaborarse un boletín de eventos de actualidad.

2. Solicite a los estudiantes que trabajen por grupos en la elección de un problema relacionado con el agua. Pídale que discutan sobre las siguientes preguntas:
  - ¿Qué ocasionó el problema?
  - ¿Quién o qué es afectado por el problema (unas cuantas personas, una ciudad entera, la población de un país, etcétera)?
  - ¿Cuánto tiempo ha persistido el problema?
  - ¿Puede resolverse en un futuro próximo, o tomará más tiempo encontrar una solución para el mismo?
  - ¿Será costosa tal solución?
  - ¿Es realista su planteamiento? (Por ejemplo: "La contaminación atmosférica podría reducirse si todas las personas dejaran de conducir sus automóviles." ¿Es esto práctico?)
3. Proporcione a cada grupo la *Gráfica de análisis sobre problemas del agua*, o pida que la elaboren sobre papel de estraza o un acetato.
4. Pida a los estudiantes que decidan a cuál encuadre de la gráfica pertenece el problema. Las decisiones

deben basarse en la gravedad de ese problema (quién resulta afectado: una persona, una comunidad, un estado, etc.) y su duración (cuánto tiempo afectará el problema a los involucrados: semanas, meses, años, etc.). Por ejemplo, los estudiantes pueden concluir que el goteo de la llave del agua de una casa afectará al *individuo y a su familia* durante la *próxima semana*, cuando se arregle la llave. El problema de la lluvia ácida afecta a varios países y puede llevar años corregirlo; por lo tanto, quizás los estudiantes lo coloquen en el cruce de las categorías “Internacional” y “Más de cien años”.

#### **5. Discutan el motivo por el cual los estudiantes clasificaron los problemas como lo hicieron.**

¿Hubo algún debate entre ellos respecto del alcance y la duración? ¿Les pareció que la tarea fue fácil o difícil? Desafíelos para que observen que un sólo problema puede variar en alcance y duración. (Por ejemplo, ¿qué pasaría si no se arreglara la fuga de la llave del agua? ¿Y qué puede decirse sobre el propietario cuyos árboles son afectados por la lluvia ácida?)

#### ▼ **Cierre**

Pida a cada grupo que comparta los resultados de su investigación con los otros grupos, y que trasladen las conclusiones al pizarrón, pared o pantalla, si cuentan con un proyector. Pida a los grupos que expongan las semejanzas y diferencias de sus investigaciones. ¿Existe una correlación entre la persona afectada y los temas que reciben más atención de los medios? ¿Se mencionan con más frecuencia los problemas mundiales o los locales en los medios de comunicación?

Pida a los estudiantes que enumeren diez problemas relacionados con el agua, de mayor a menor importancia. ¿Qué criterios emplearon?

¿Consideraron su alcance y duración? ¿Qué problema consideran que les afecta más? ¿Por qué? Los estudiantes pueden revisar los periódicos y los noticieros para aprender la forma en que los medios de comunicación atienden estos problemas.

Pídale que hagan dibujos o recorten fotografías y artículos de los periódicos, para elaborar un *collage* de cada uno de los problemas. El *collage* debe reflejar quién es afectado por el problema (alcance). En el mismo trabajo puede incorporarse una línea de tiempo que muestre el momento en que el problema se originó y cuánto tiempo persistirá. Dicho trabajo puede exponerse en el pasillo de la escuela o enviarse a los funcionarios del gobierno local o nacional.

#### **Evaluación**

Pida a los estudiantes que:

- Analicen el alcance y la duración de los problemas relacionados con el agua, empleando la *Gráfica de análisis sobre problemas de agua (Paso 4)*.
- Elaboren un *collage* y lo relacionen con una línea de tiempo que muestre la forma en que los problemas locales relacionados con el agua pueden tener implicaciones de carácter mundial, y cómo los problemas de carácter mundial pueden afectar a las personas (*Cierre*).

#### **Extensiones**

Divida a los estudiantes en grupos y pídale que actúen como si fueran miembros de un comité o grupo conservacionista que atiende determinados problemas. Los grupos pueden estudiar problemas que afectan a diversos niveles de la sociedad. ¿Cuáles son las posibles soluciones? ¿Cómo persuadirían a las personas para que las buscasen? ¿Requerirán los problemas locales, estatales y mundiales distintos procedimientos para su solución?

Pídale que imaginen ser trabajadores de una empresa de publicidad que está desarrollando una campaña, la cual consiste en motivar a las personas a que participen en la solución de algún problema del agua de importancia local o mundial. Asigne a los grupos diversos tipos de problemas. Por ejemplo, en uno podría estar incluido un sitio de desechos tóxicos cercano a un río que cruce la ciudad; otro podría atender la limpieza del agua en un país en desarrollo, y otro más la preservación de los humedales en un país tropical. Los grupos pueden comparar las estrategias en que involucraron a los individuos en cada tipo de problema. Pida a los estudiantes que empleen los resultados de la dinámica de la campaña publicitaria para publicar un folleto destinado a la escuela o a la comunidad.

Considerando las diferencias geográficas y culturales, los estudiantes pueden investigar las perspectivas y los procedimientos singulares de otros países para evitar y resolver problemas del agua. Si ellos tienen una escuela hermana en otro país, tal vez se pongan en contacto con la ella para aprender cómo se maneja y se protege allá el recurso hídrico.

#### **Otros Recursos**

Enkerlin, Ernesto y Cano, Gerónimo, 2000, *Vida, Ambiente y Desarrollo en el siglo XXI: Lecciones y acciones*, Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V., México, 2000.

Hungerford, Harold R. et al., *La investigación y evaluación de cuestiones y acciones ambientales*, Stipes Publishing Co., Champaign, Estados Unidos, 1996.

Lacoste, Yves, *El agua, la lucha por la vida*, Biblioteca Actual Larousse, s/l, 2003.

# Gráfica de análisis sobre problemas del agua

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Problema: \_\_\_\_\_

## DURACIÓN

ALCANCE	1 semana.	Varios meses.	1 año.	Más de 5 años.	Más de 10 años.	Más de 50 años.	Más de 100 años.	Más de 500 años.
Individual/ familiar.								
Comunitario.								
Estatal.								
Nacional.								
Internacional.								
Global.								

135

## EXPLICACIÓN:

---

---

---

---

---

---

---



# El gran recorrido



■ **Edad recomendada:**  
De 3 a 18 años.

■ **Disciplinas:**  
Ciencias Naturales, Historia, Matemáticas.

■ **Duración:**  
Preparación:  
15 minutos.  
  
Dinámica:  
50 minutos.

■ **Lugar:**  
Exterior, con fuente de agua.

■ **Habilidades:**  
Recopilación de información, interpretación, organización.

■ **Propuestas relacionadas:**  
Los estudiantes pueden emplear la dinámica “Medidor de agua” para vigilar el uso que hacen de ella.

■ **Vocabulario:**  
Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*Estás planeando salir de paseo, pero primero necesitas acarrear 200 litros de agua a la casa... Hmm... quizás pase un buen rato antes de que puedas salir.*

## ▼ Resumen

Los estudiantes trabajan en equipos y compiten en un juego en el cual acarrean agua.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Harán conciencia sobre diversos volúmenes de agua.
- Apreciarán la fácil disponibilidad de los suministros actuales de agua.
- Relacionarán la forma en que el fácil acceso al agua estimula a las personas a emplearla en grandes cantidades.

## Materiales

- Cuatro cubetas de cuatro litros cada una.
- Dos tambos o botes grandes de basura con capacidad de cien litros cada uno.
- Una fuente de agua o tomas exteriores.
- Recipientes de varios tamaños.

## Conexiones

Aunque quizás algunos estudiantes carezcan de agua potable y saneamiento, la mayoría estarán familiarizados con estos servicios, desconociendo el esfuerzo que significa acarrear agua todos los días. Tal vez hayan visto escenas de pozos antiguos, de los que las personas solían abastecerse. Al participar en un ejercicio de acarreo de agua, se promueve la concientización sobre el consumo de la misma y la valoración de la tecnología y de los servicios de agua.

## Antecedentes

El agua limpia y el saneamiento pueden promover y obstaculizar el desarrollo humano. Por eso, las Naciones Unidas han declarado que: “El derecho humano al agua

otorga el derecho universal a una cantidad suficiente de agua segura, aceptable, físicamente accesible y asequible para uso personal y doméstico”.

En la mayoría de las ciudades se dispone de agua con gran facilidad, con sólo hacer girar una llave. Pero esto no siempre fue así. Hace menos de cincuenta años, en América Latina, y en general en el mundo, muchas personas tenían que bombear el agua de pozos o acarreársela de ríos para lavar, cocinar, bañarse y para otras necesidades. Con frecuencia, el pozo se ubicaba a varios metros de la vivienda. En la actualidad, en muchas partes del mundo, incluyendo la América Latina, el acarreo de agua continúa siendo una práctica común, que muchas veces queda a cargo de mujeres y niñas, lo que afecta sus oportunidades de educación y desarrollo.

Los Objetivos de Desarrollo del Milenio, establecidos en la Cumbre del Milenio de la ONU en el año 2000, pretenden reducir a la mitad el número de personas sin acceso a agua segura y a servicios de saneamiento antes del año 2015.

América Latina, y en particular América del Sur, posee grandes recursos de agua dulce en formaciones lacustres y ríos, alimentados por regímenes de lluvias abundantes. Sin embargo también existen en la región numerosos territorios áridos o semiáridos. El 11% de los habitantes de América Latina no tienen acceso al agua potable y el 25% carecen de un sistema apropiado de saneamiento (CEPAL, Anuario estadístico de América Latina y el Caribe, 2005).

La tecnología ha hecho que el uso del agua sea extremadamente

fácil. En muchas comunidades, un complejo sistema de tuberías, tanques y torres de almacenamiento, plantas de tratamiento y bombas, acumulan, tratan y transportan el agua. En las casas se hacen instalaciones de plomería para llevar el agua a donde se requiere. Además, son comunes los hogares que tienen varios cuartos de baño.

El uso promedio de agua por persona en el mundo es muy variable. Oscila entre 200 y 300 litros diarios por persona en la mayoría de los países europeos; 575 litros en Estados Unidos; 370 en México; 180 en Perú y menos de 10 litros en Mozambique.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Discuta con los estudiantes las formas en que emplean el agua. ¿De dónde proviene, y cómo llega a nuestras casas? ¿Qué debían hacer algunas personas hace cincuenta años en algunos pueblos para obtener agua? Pídale que hagan una lista de las tareas que llevan a efecto al salir de la escuela y que calculen el tiempo que les toma desarrollarlas. ¿Cuánto tiempo libre tienen después de la escuela? ¿Cuánto tiempo libre tendrían si tuvieran que bombear el agua y acarrearla a su casa para el uso de toda la familia?

### ▼ Dinámica

**1. Diga a los estudiantes que van a hacer un juego en el que acarrearán agua.** Discutan acerca del propósito de esta dinámica.

**2. Divida al grupo en dos equipos y dé a cada uno dos cubetas. La tarea consiste en acarrear agua desde su origen (un arroyo o un estanque son ideales, pero también funcionan una llave de agua o un tambo) a un lugar de destino (en este caso, un tambo vacío) a aproximadamente una distancia de cuarenta y cinco metros.**

**3. Organice el juego como una carrera de relevos.** Los miembros del equipo se alinean en el

lugar donde se toma el agua y uno de ellos llena la cubeta, para representar el bombeo o la extracción del agua de un pozo; la lleva al lugar de destino y la vierte en el depósito que corresponde a su equipo. El estudiante regresa al lugar de origen y entrega la cubeta al siguiente miembro del equipo, quien la llena y hace el relevo. Ganará el primer equipo que llene el tambo que sirve de depósito.

**4. Pida a los estudiantes que pronostiquen cuántos viajes consideran que les tomará llenar el tambo. ¿Cuánto tiempo les llevará hacerlo? Anote las respuestas para una referencia futura, e ¡inicie la carrera!**

### ▼ Cierre

Pregunte a los estudiantes sobre sus impresiones respecto de la dinámica. ¿Fueron certeras sus predicciones? ¿Les representó un esfuerzo físico considerable? Con base en la propia dinámica, pídale que calculen el tamaño del tambo en litros. Muéstrelles varios recipientes y pídale que calculen su volumen.

Discutan sobre las formas en que las personas empleaban el agua que acarreaban a sus casas. (Ver la historia de *El baño*.) Comparen aquellos usos con las prácticas actuales. ¿Consideran que en la actualidad se utiliza más, menos o la misma cantidad de agua? Discutan los motivos por los cuales hoy usamos más agua, incluyendo su fácil disponibilidad. ¿Qué pensaría los estudiantes si todos los días tuvieran que acarrear trescientos litros para una familia promedio actual? ¿Cómo afectaría esta situación la cantidad de agua que ellos utilizarían?

Haga que los estudiantes participen en el diseño de un mural, o que escriban una sátira en la que se mencionen las ventajas y desventajas de la disponibilidad del agua. El posible tema de la sátira podría ser la reacción de una persona

del pasado hacia la forma en que las personas emplean el agua en nuestros días. Los estudiantes pueden representar la sátira ante otros grupos.

## Evaluación

Haga que los estudiantes:

- Calculen el volumen de varios recipientes (*Cierre*).
- Expresen sus sentimientos respecto del acarreo del agua (*Cierre*).
- Escriban una sátira en la que se muestren los aspectos positivos y negativos de la fácil disponibilidad del agua (*Cierre*).

## Extensiones

Solicite que alguna persona del servicio municipal de agua hable ante la clase respecto de los sistemas de suministro.

La tecnología también ha aumentado, de manera espectacular, la capacidad de los cuerpos de bomberos. Así, se han agregado los hidrantes a los sistemas comunitarios de agua para combatir el fuego. Modifique la dinámica diciendo a los alumnos que el tambo vacío representa un incendio que debe ser extinguido. Estimúlelos para que desarrollen el procedimiento más eficiente de uso de las cubetas para transportar el agua desde su origen al lugar de destino. Recuerde decirles que no se dispone de hidrantes contra el fuego, ni de coches-tanque, sino sólo de la fuerza del deseo y de las cubetas de agua. Pídale que imaginen lo que sería combatir un fuego hoy en día, sin la tecnología moderna.

## Opción para los más pequeños (5 a 7 años)

Ajuste el tamaño de las cubetas, la cantidad de agua a acarrear y la distancia entre el origen del agua y su lugar de destino.

## Otros recursos

PNUD, *Informe de desarrollo humano 2006. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua*, [www.undp.org/](http://www.undp.org/)

# El baño

Cerca de las tres de la tarde, mamá descolgó de la pared del patio trasero el caldero para lavar y llamó a su acarreador principal, un niño de casi diez años, quien debía acarrear cuatro cubetas de agua para ese caldero.

Hoy era sábado, la noche del baño. Cada dos semanas, mamá y las niñas se lavaban la cabeza. Su cabello era largo, y de tal modo era mejor hacerlo por la tarde, para que al acostarse ya se les hubiera secado.

Después de cenar, el caldero humeaba sobre la estufa. En el invierno, el vapor que llegaba a los vidrios se congelaba rápidamente para formar un hielo grueso y blanco; pero cerca de la estufa el ambiente era muy agradable.

Algunas familias tenían tinas de baño en las que podían sumergirse. Otras se bañaban en una tina redonda; se ponían de pie dentro de ella y se tallaban. Otras más empleaban un caldero. Era una especie de tradición usar lo que tuvieras.

La cocina estaba caliente, con la estufa bien prendida. Mamá traía una alfombra grande, enrollada, y la colocaba frente a la puerta abierta del horno. Los turnos usualmente se ordenaban comenzando por el más joven y terminando por el más viejo, o sea con papá. En ocasiones, un muchacho o muchacha en edad de cortejar podía tener planes para el sábado en la noche, y entonces podía colocarse en un turno anterior. Durante el verano, cuando toda la familia iba al pueblo el sábado por la noche, la hora del baño se modificaba para que se tomara antes de ir al pueblo.

En invierno, mamá hacía pilas de ropa interior limpia, y disponía ropa de cama para cada miembro de la familia. Al momento del baño se tenía cerca una cubeta de agua fría para mezclarla con la caliente.

Mamá se encargaba de bañar a los niños pequeños, hasta que los consideraba suficientemente grandes para que lo hicieran ellos mismos. Entonces podían bañarse solos, y luego eran revisados.

Se prefería la privacidad. Nadie interfería a nadie, ya que uno por uno de los miembros de la familia tomaba su turno de gozar del agua caliente y agradable.

Usualmente no se vaciaba la tina entre cada baño, pero podía agregarse más agua a fin de mantenerla caliente y agradable. Se usaba jabón hecho en casa; pero en ocasiones había jabón de olor comprado en el pueblo.

Había cuando menos tres toallas de baño de uso familiar. Eran agradables, suaves, no como las toallas duras de tela de granito de todos los días. Al mojarse una, se doblaba frente a la puerta del horno para que se seca, y después se usaba de nuevo. Era probable que mamá hubiera cortado y cosido el pedazo de tela de alguna toalla para baño que se había gastado en el centro. Una botella de crema facial colocada sobre la mesa servía para suavizar los codos y las rodillas ásperos.

Al terminar papá, el último en bañarse, tenía cuidado de vaciar el agua en cubetas para agua sucia. Secaba la tina y la colgaba en la pared del patio trasero, cerca del caldero.

Mamá se acercaba en silencio, ya en ropa de dormir. Llevaba el pelo trenzado sobre la espalda. Recogía los montones de ropa sucia, la ponía en el canasto de ropa para lavar y aseaba la cocina, porque el día siguiente sería domingo.



Llegado el domingo, toda la familia estaba limpia para otra semana.

Marian Cramer, *Brillo de linterna*.

# Medidor de agua



■ **Edad recomendada:**  
De 9 a 15 años.

■ **Disciplinas:**  
Medio Ambiente,  
Matemáticas.

■ **Duración:**  
Preparación:  
50 minutos.

Dinámica:  
Hasta una semana.

■ **Lugar:**  
Salón de clases.

■ **Habilidades:**  
Recopilación y organización  
de información.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“Una gota en la cubeta”, en  
donde, al hacer el cálculo  
del porcentaje de agua dulce  
disponible en la Tierra, los  
estudiantes comprenden  
que este recurso es limitado  
y que debe conservarse.  
También la dinámica “Agua  
para todos”, en donde se  
analiza el crecimiento de la  
población y de su demanda  
de agua, para comprender  
que el vital líquido es un  
recurso compartido que debe  
administrarse.

■ **Vocabulario:**  
Uso directo del agua, uso  
indirecto del agua.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Cuándo fue la última vez que reflexionaste sobre la cantidad de agua que usas a diario?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes construyen un “medidor de agua” para vigilar el uso que hacen de este recurso.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Reconocerán el uso diario que hacen del agua.
- Materiales**
- Tarjetas índice de 12.5 x 17.5 centímetros.
  - Copias de *Cómo hacer un medidor de agua personal*.
  - Listón rojo.
  - Listón blanco.
  - Pegamento o cinta adhesiva.
  - Tijeras.
  - Regla.

## Conexiones

La gente emplea agua durante todo el día. La vigilancia sobre el uso de este líquido ayuda a que los estudiantes reconozcan la forma en que participan en su consumo diario y mueve a su aprecio.

## Antecedentes

El agua es parte de nosotros y de nuestras rutinas; por esta situación, muchas veces no la valoramos. Todos los días damos al agua distintos usos directos: para beber, cocinar, hacer limpieza, bañarnos, regar jardines, lavar automóviles, fabricar hielo, lavar verduras, bañar mascotas, llenar y limpiar acuarios y muchas otras cosas más. También hay que recordar que muchas de las cosas que ocupamos requirieron del agua para ser fabricadas (usos indirectos del agua), como nuestros automóviles y la producción de nuestros discos compactos. Con tantas actividades que necesitan agua, ¿te has puesto a pensar cuánta utilizas en un día?



Para poder calcular la cantidad de este recurso que las personas utilizan en sus hogares, se emplean medidores de agua. Esta información se usa, a su vez, para preparar las boletas de pago por consumo domiciliario de agua y para calcular la cantidad del recurso que utiliza una comunidad.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Pida a los estudiantes que elaboren listas de las formas en que emplean el agua. Pídale que calculen cuánta utilizan en un día. (Refiérase a *Cómo hacer un medidor personal de agua para obtener ideas del uso del agua*.)

### ▼ Dinámica

1. Pida a los estudiantes que construyan un *Medidor personal de agua* de acuerdo con las instrucciones que se indican. Dígales que durante una semana van a registrar el consumo diario que hacen del agua. Las cantidades que se consideran como usos comunes del líquido se incluyen en la regla. Si es necesario, los estudiantes agregarán categorías para otros usos y adoptarán las cantidades que se ajusten más a la que usan. Recuérdale que para mantener la salud es necesaria el agua y que no deben restringir su consumo. El objetivo es que desarrollen conciencia sobre el empleo que hacen de ella.

2. Explique que cada vez que los estudiantes emplean agua, deben deslizar la cinta para indicar el número de litros empleados. La unión de dos colores del listón indica la cantidad real. Todas las mañanas deben anotar el total del día anterior y regresar el listón al punto inicial. En el caso del consumo de agua que incluye a toda la familia, los estudiantes dividen la cantidad

entre el número de familiares. Por ejemplo, en una carga de ropa que se lava se emplean 152 litros; si hay cuatro miembros en la familia, cada miembro emplea 38.

**3. Los estudiantes también pueden anotar su consumo de agua en una gráfica diaria de barras, y complementar sus mediciones con entradas también diarias.**

**4. Es posible que los estudiantes consideren otros usos del agua que no se encuentren en el cuadro de datos. Fomente la medición de estas cantidades.**

Por ejemplo, muchas personas dejan que el agua corra mientras se rasuran o cocinan; pídale que calculen cuántos litros se vierten por las llaves por minuto, y que multipliquen tal cantidad por el tiempo que se deja correr el agua.

▼ **Cierre**

Pida a los estudiantes que compartan sus resultados. ¿Qué opinión tienen de la cantidad de agua que emplean al día? ¿Y de la que emplean por semana? Pida a la clase que combine los resultados y que calcule la cantidad de agua que emplearía en un año. Es posible que quieran comparar la cantidad de agua que emplean en un periodo (por ejemplo, por semana, mes, año o durante toda su vida) contra las cantidades ya conocidas. Por ejemplo, una alberca olímpica contiene alrededor de 230 000 litros de este elemento, lo que equivale a 230 metros cúbicos, mientras que una jarra grande contiene cuatro litros.

140



Consideren los estudiantes que han representado con precisión las cantidades totales de agua que emplean? Recuérdoles los usos indirectos, como el agua que se requiere para producir sus alimentos, su papel, sus pantalones de mezclilla, la energía eléctrica que utilizan, etc. ¿Qué le pasaría al medidor del agua si se incluyeran los usos indirectos?

Haga que los estudiantes elaboren medidores de agua para su familia y amigos.

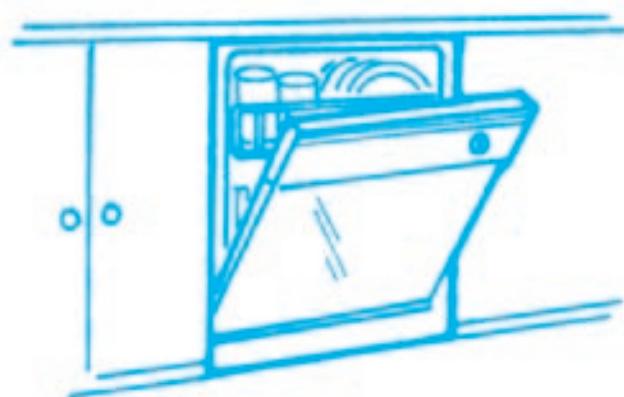
**Evaluación**

Pida a los estudiantes que:

- Vigilen la cantidad de agua que usan a diario de diversos modos (*Pasos 2 a 4*).

Al terminar la dinámica, y a fin de llevar a efecto una nueva evaluación, pida a los estudiantes que:

- Escriban un artículo periodístico sobre la cantidad de agua que las personas emplean cada día.



**Extensiones**

Los estudiantes pueden elaborar un *collage* con fotografías recortadas de revistas y periódicos, que identifiquen las formas en que se emplea el agua.

Es posible que quieran investigar las formas en que pueden reducir su consumo de agua. Pueden comparar el uso de este elemento antes y después de implantar prácticas de conservación del agua.

**Otros recursos**

Hinrichsen, D., Robey B. y Upadhyay, U. D., "Soluciones para un mundo con escasez de agua", *Population Reports*, Serie M, No. 14, Johns Hopkins School of Public Health, septiembre de 1998.

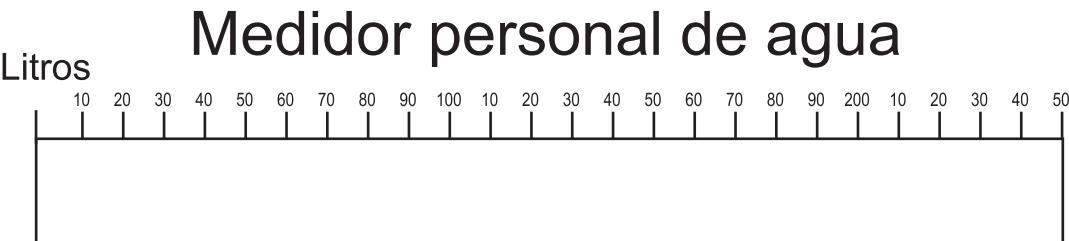
Márquez Nerey, Ernesto, *Aguas con el agua*, Colección básica del medio ambiente, Cultura del agua, Cecadesu-Somedicyt, México, 2000.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, *Hechos y cifras: Usos del agua*, Año Internacional del Agua dulce, 2003, [www.wateryear2003.org/es/ev.php?URL\\_ID=1607&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://www.wateryear2003.org/es/ev.php?URL_ID=1607&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

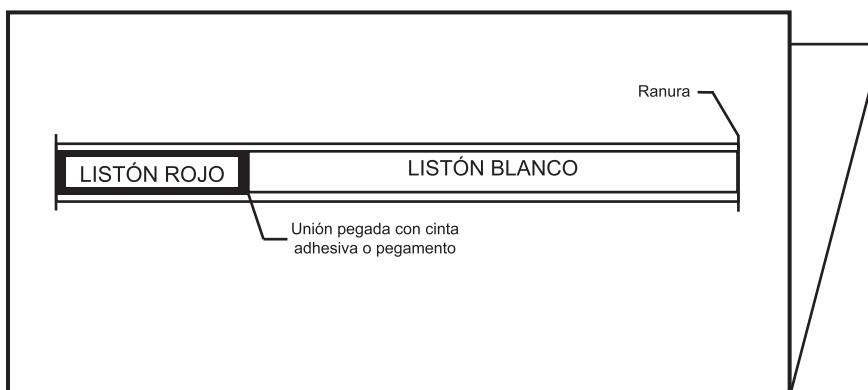
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Más de 100 consejos para cuidar el ambiente desde mi hogar*, Talleres Gráficos de México, México, 2005.

# Cómo hacer un medidor personal de agua.

1. Recorte la regla modelo del "Medidor personal de agua" sobre la línea negra, y péguela en una tarjeta de índice.
2. Corte dos pedazos de listón de diferentes colores, cada uno aproximadamente dos cm más largo que la regla del Medidor. Sobreponga los extremos de los listones y pegue los extremos uno sobre el otro.
3. Haga un corte en cada extremo de la regla de papel. Inserte el listón en uno de los cortes. Atraviese el otro extremo del listón por el otro corte. Pegue los extremos juntos. El listón deberá estar tenso, pero deberá deslizarse suavemente entre los cortes.
4. Doble la regla sobre la línea punteada y pegue los extremos que hayan quedado juntos.



Agua potable.....	1 vaso equivale aproximadamente a 250 ml.
Descarga del excusado.....	aproximadamente 6 litros.
Cepillado de dientes (llave abierta).....	aproximadamente 7 litros.
Lavadora de platos.....	aproximadamente de 75 litros ÷ número de personas en la familia.
Lavado de trastes manual (llave abierta).....	aproximadamente 113 litros ÷ número de personas en la familia.
(Lavabo con tapón).....	aproximadamente 87 litros ÷ número de personas en la familia.
Carga de lavadora.....	aproximadamente de 152 litros ÷ número de personas en la familia.
Baño en regadera.....	aproximadamente 19 litros por minuto de agua fluyendo.



# ¿Qué está sucediendo?



■ **Edad recomendada:**  
De 9 años en adelante.

■ **Disciplinas:**  
Dependen del tema de la encuesta.

■ **Duración:**  
Preparación:  
50 minutos.

Dinámica:  
Dependerá de la encuesta.

■ **Lugar:**  
Salón de clases, escuela y comunidad.

■ **Habilidades:**  
Recopilación de información, organización, interpretación, aplicación, evaluación y presentación de informes.

■ **Propuestas relacionadas:**  
Esta dinámica puede relacionarse con "Buscamos soluciones", pues propicia igualmente la relación aprendizaje-servicio.

■ **Vocabulario:**  
Actitudes, problemas relacionados con el agua.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*Quizá alguien te haya dicho,  
"¡Todo el mundo lo sabe!" Pero,  
¿cómo sabes que lo que se dice es  
realmente cierto?*

## ▼ Resumen

Los estudiantes llevan a cabo un estudio para determinar lo que la comunidad considera y siente respecto de un problema importante del agua.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Prepararán y aplicarán una encuesta.
- Reconocerán que las encuestas pueden revelar la comprensión, conocimiento, sentimientos y participación del público en relación con un tema o problema del recurso hídrico.
- Interpretarán los resultados de una encuesta para obtener información sobre un tema o problema relacionado con el agua.

## Materiales

- Artículos periodísticos o de revistas sobre problemas o asuntos relacionados con el agua.
- Muestra de una encuesta de opinión (opcional).
- Directorio telefónico (opcional).
- Cuadro con números aleatorios (opcional).
- Papel (para hacer copias de las encuestas, en cantidad suficiente según el tamaño de la muestra o población que se haya elegido).
- Computadora con acceso a Internet (opcional, si se decide hacer una encuesta electrónica).
- Calculadora.
- Estampillas y sobres (si se piensa enviar las encuestas por correo).
- Tablas con sujetador (si los estudiantes encuestan personalmente).

## Conexiones

Con frecuencia, los estudiantes encuentran intereses y problemas relacionados con el agua dentro de su comunidad (por ejemplo, escasez de agua, inundaciones, deportes acuáticos, deportes de invierno, contaminación del agua subterránea). A menudo, los tomadores de decisiones de la comunidad emplean información sobre la opinión pública y las acciones relacionadas con estos problemas; en ocasiones esta información se reúne por medio de encuestas. Levantar una encuesta ayuda a que los estudiantes descubran lo que sucede en su comunidad, la forma en que las personas piensan y sienten respecto de lo que sucede y cómo los resultados de un estudio pueden auxiliar en la toma de decisiones.

## Antecedentes

A veces, cuando en la comunidad se origina un problema, las personas quieren saber lo que otros piensan o hacen al respecto. Una manera de obtener información sobre los pensamientos y acciones en relación con un problema es mediante encuestas.

Esta técnica puede emplearse para solicitar datos de las personas y determinar sus opiniones sobre un tema. Las opiniones incluyen creencias personales, actitudes y valores. Por ejemplo, las personas pueden indicar si algo les gusta o no, si consideran que algo es importante, o si están de acuerdo o en desacuerdo con otra opinión o declaración. Los datos a obtener pueden incluir información como edad; nivel escolar; experiencia; lugar de empleo; actividades; si las personas llevan a cabo cierta acción y con qué frecuencia; si han visitado un sitio; si compraron algo en el pasado; etc. Los datos

también pueden obtenerse mediante el estudio de objetos o lugares. Este tipo de estudio es parecido a un inventario. Por ejemplo, los estudiantes pueden investigar el número de llaves con fuga que hay en la escuela. ¿Cuánta gente lava sus coches con manguera? ¿Cuántas casas tienen fosa séptica y cuántas tienen servicio de drenaje o alcantarillado? ¿Cuántas personas saben qué es una cuenca o en qué cuenca habitan? ¿Cuántas personas en un área de diez manzanas riegan su jardín a pleno rayo del sol? ¿Cuántos jardines de la comunidad se diseñaron con plantas que requieren poca agua? ¿Cuántas personas dicen colectar agua de lluvia?

Frecuentemente, las encuestas proporcionan información útil para resolver un problema o contestar una pregunta. El objetivo de la encuesta se expresa por lo general como una pregunta de investigación. Las preguntas de investigación deben estar escritas con claridad, deben ser razonables en su alcance y proporcionar una perspectiva interna del objetivo del estudio. Ejemplos de preguntas de investigación incluyen: "¿Cuántas personas llevan sus pilas a centros de acopio para ser recicladas?" "¿Qué tan preocupados están los estudiantes por el cambio climático?" "¿Quién toma baños más prolongados, los estudiantes varones o las mujeres?" "¿Cuántas personas visitan la cascada de la localidad (u otro sitio panorámico) en el verano?"

Después de elaborarse las "preguntas de investigación", deben determinarse los mejores métodos para contestarlas. Esto implica decidir la estructura de la encuesta, así como quién será encuestado, para incluir puntos que se relacionen con dichas preguntas.

Aunque las personas que llevan a cabo estudios tendrán ciertas expectativas, no deben forzarlos. Por este motivo, las preguntas

de investigación son diseñadas y evaluadas cuidadosamente para asegurar que sean claras y no predispongan al encuestado a contestar de una u otra forma. Aunque una encuesta suele limitarse a un área geográfica, la selección de los participantes al azar ayuda a proporcionar una opinión más clara de lo que piensa y siente una muestra poblacional.

Después de que se han administrado y regresado las encuestas, los datos reunidos (las respuestas a las preguntas de investigación) necesitan interpretarse. Uno de los procedimientos más simples consiste en contar las respuestas y encontrar las frecuencias. Por ejemplo, cuando a veinte personas se les pregunta si cierran la llave cuando se cepillan los dientes, 12 responderían que sí; seis que no, y dos dirían que no están seguros. En ocasiones, el informe de una encuesta describirá qué porcentaje de una población respondió de cierta manera a las preguntas. En el ejemplo citado con anterioridad, los resultados podrían revelar que: 60 % de quienes respondieron (12 personas divididas entre 20, que es el número de quienes contestaron la pregunta) cierran la llave del agua; 30 % no, y 10 % no están seguros (la suma de las proporciones deberá ser siempre igual a 100.) Sin un análisis estadístico más avanzado, es mejor no hacer afirmaciones como "La mayoría dice..." o "Un número insignificante de personas perciben...", porque esto podría llevar a suposiciones falsas o producir sesgos en los resultados. Es decir, forzarlos.

Las encuestas solo incluyen a una porción de la población en un momento específico. Los resultados podrían variar si otras personas fueran encuestadas, si las preguntas se hicieran de manera distinta, o si la encuesta fuera llevada a cabo en otro momento. Si los resultados de

una encuesta indican que las personas piensan o sienten de cierta manera, esta información puede emplearse para dar apoyo u oponerse a un plan de acción. Por ejemplo, si una organización está intentando promover la conservación del agua y una encuesta indica que las personas de la comunidad no consideran que la conservación del agua sea importante, la organización podría concluir que se requiere un programa de educación sobre conservación. No obstante, las encuestas son sólo uno de los muchos instrumentos que las personas pueden emplear para tomar decisiones. También deben tomarse en consideración otros factores, como el tiempo, el costo y la disponibilidad de recursos humanos y financieros.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Pida al grupo que haga una lluvia de ideas para identificar temas relacionados con el agua que consideren importantes para ellos y su comunidad. Los intereses o temas podrían incluir la participación de la comunidad en deportes acuáticos, las llaves con fuga en la escuela, los fondos para una fuente de la ciudad, la calidad del agua de un arroyo local, etcétera.

Solicite a los estudiantes que busquen artículos de periódicos y revistas que conciernan a esos intereses o preocupaciones. ¿Consideran que los mensajes contenidos en estos artículos son precisos? Pídale que discutan lo que ellos podrían aprender sobre lo que siente su escuela o su comunidad respecto de estos problemas del agua. Guíe la discusión hacia el uso de encuestas para reunir información sobre la comunidad y los pensamientos, sentimientos y acciones de las personas relacionados con un tema o problema del agua.

### ▼ Dinámica

#### 1. Pida a los estudiantes que describan las encuestas o

# DESARROLLO DE LA ENCUESTA

## ¿Con qué tipo de personas intentarás hablar?

Por seguridad, los estudiantes podrían entrevistar sólo a personas que conozcan. La mayoría de los estudiantes harán la encuesta entre las personas de su vecindario. Si están entrevistando a otros estudiantes, pueden hacerlo antes o después del horario escolar. Estas dos posibilidades darán flexibilidad tanto a los encuestadores como a los encuestados. Para un estudio más complejo, los estudiantes pueden considerar reunir una muestra aleatoria. Podrían emplear un directorio telefónico para escoger nombres al azar (por ejemplo eligiendo el nombre enlistado como el número 17 cada seis páginas), o un cuadro con números aleatorios como los que se encuentran en los libros de estadística. También pueden estar en pie en un lugar público y hablar con cada quinta persona que pase, por poner otro ejemplo.

## ¿Cómo llevarás a cabo la encuesta?

Las encuestas enviadas por correo, entrevistas de persona a persona y llamadas telefónicas son solo unas cuantas opciones que el estudiante podría emplear para reunir información.

Discutan los pros y los contras de cada una. El costo es una consideración; el fomento a la participación es otro. Aunque con las entrevistas persona a persona y las llamadas telefónicas las respuestas son inmediatas, los estudiantes pueden encontrar personas que rehúsen contestar la encuesta, por lo que deberán practicar las habilidades necesarias para llegar con éxito a los encuestados.

Las encuestas por correo eliminan las confrontaciones de persona a persona, pero es posible que algunas personas no las devuelvan. Para alentar una alta tasa de respuesta, los estudiantes podrían elaborar

una carta explicatoria solicitando la contestación. Los costos de los envíos por correo también desalientan el empleo de las encuestas enviadas por este medio. Algunas escuelas tienen métodos para reunir fondos, como la venta de pasteles para comprar estampillas. Otra opción es hacer una encuesta electrónica, si los estudiantes tienen acceso a la *Internet* y conocimientos suficientes de informática.

## ¿Qué preguntas harás?

Cada grupo debe generar una lista de preguntas (o puntos) que podrían emplearse en la encuesta. (Asegúrese de que las respuestas a los puntos ayudarán a contestar las preguntas de investigación del estudio.) En aras de la sencillez, los estudiantes deberán limitar la encuesta a diez preguntas. Involucre a los grupos en el diseño de su encuesta. Si se dispone de copias de otras encuestas, empléenlas como referencia. Pida a los estudiantes que consideren si reunirán hechos, opiniones o ambas cosas. Escriba varios ejemplos de cada uno en el pizarrón, y exponga la diferencia que hay entre hechos y opiniones (vea los ejemplos que aparecen a continuación).

### Hechos

- ¿Cuántos minutos tarda en promedio en bañarse?
- ¿Visitó la cascada este verano?
- ¿Cambia usted mismo el aceite de su automóvil? Si es así, ¿qué hace con el aceite usado?

### Opiniones

- Es importante conservar el agua.  
*Neutral De acuerdo En desacuerdo*
- La comunidad debe conservar los humedales.  
*Neutral De acuerdo En desacuerdo*
- ¿Por qué te gusta visitar la cascada?

Aiente a los grupos para que prueben las preguntas en cuanto a su claridad, y que se aseguren de que no estén sesgadas; es decir, que no predispongan a determinadas respuestas. La



encuesta puede ser probada pidiendo a un amigo que escuche las preguntas. ¿Proporciona el punto información que ayude a contestar la pregunta de investigación? ¿Tiene sentido la pregunta? ¿Hizo la pregunta sentir a la persona que debía contestar en cierto modo (en otras palabras, ¿fue amenazador, condescendiente o inductivo el tono de la pregunta?)

## ¿Cómo se analizarán los resultados de la encuesta?

Las preguntas de tipo cerrado (por ejemplo, de acuerdo / en desacuerdo, o de elección múltiple) son más fáciles de analizar que las abiertas. Las preguntas de forma abierta son aquellas en las cuales el participante responde con sus propias palabras, por ejemplo: ¿Qué piensas respecto de la contaminación del agua? ¿Por qué es importante la conservación del agua?

Para las preguntas cerradas, los estudiantes pueden informar la frecuencia de las respuestas contando el número de personas que respondieron a cada pregunta. También pueden calcular el grupo promedio o qué porcentaje de la muestra contestó en determinada forma (dividiendo el número de personas que respondieron de cierta manera entre el número total de encuestados). El análisis de las respuestas abiertas o cerradas implica un estudio cuidadoso (escuchar, leer, revisar) de todas ellas y buscar mensajes comunes que puedan emplearse para resumir las aseveraciones.

## **entrevistas de opinión pública con las que estén familiarizados.**

Si dispone de ellas, entregue algunas muestras de encuestas de opinión. Discutan sobre lo que significan los resultados para los estudiantes. ¿Cómo se sienten con esta información? ¿Cómo podrían emplearla?

### **2. Solicite a los estudiantes que se dividan en grupos y que cada uno elija un problema o tema relacionado con el agua.**

**Indíquoles que van a encuestar a su clase (escuela o comunidad) para determinar lo que las personas piensan sobre el asunto.**

### **3. Ayude a que cada grupo formule una pregunta de investigación sencilla respecto de su problema. (¿Qué es exactamente lo que desean averiguar?) Verifique las preguntas en cuanto a claridad, precisión, lógica e importancia para el objetivo del estudio.**

### **4. Discutan la información presentada en *Desarrollo de la encuesta* (página anterior) para determinar la forma en que los grupos responderán la pregunta de investigación.**

### **5. Pida a los estudiantes que apliquen la encuesta. Asegúrese de que llevan un buen registro de las respuestas.** El tiempo que se conceda para efectuar la encuesta dependerá del tamaño de la muestra de población y de la extensión de la propia encuesta. El muestreo puede continuarse hasta que se entreviste el número deseado de personas, o hasta que se llegue a cierto límite de tiempo.

### **6. Despues de terminar la encuesta, los estudiantes tabulan y analizan los resultados.** Quizá la clase desee trabajar como un todo y combinar los resultados, o bien distintos grupos hayan podido hacer encuestas por separado y comparar los resultados. Dependiendo de la extensión de la encuesta, pueden registrar y tabular los datos con un programa estadístico; para las encuestas a pequeña escala,

los lápices y las calculadoras funcionan bien.

### **7. Pida a los estudiantes que preparen un informe de los resultados.** Aconséjales que busquen un título atractivo que incorpore la pregunta de investigación o se relacione con ella, y que incluya cualquier antecedente que explique el problema, una descripción sobre la forma en que se efectuó la encuesta y se llegó a los resultados (los cuadros y las gráficas hacen que estos sean más atractivos) y las conclusiones. También pueden expresar lo que les gustó hacer y lo que no, respecto del proceso de la entrevista, y qué recomendaciones harían a alguien que pensara hacer una encuesta en el futuro.

#### **▼ Cierre**

Pida a los estudiantes que presenten y discutan la encuesta y sus resultados. ¿Fueron estos los que ellos esperaban? ¿Qué saben ahora que no sabían antes? Si se reunieron opiniones respecto de un problema, ¿hubo una diversidad de opiniones, o las personas consideraron o percibieron en forma semejante?

Ahora que han terminado la encuesta, ¿qué harán con la información? Quizá quieran escribir una carta y enviarla al periódico local, o a los legisladores de su estado.

#### **Evaluación**

Pida a los estudiantes que:

- Diseñen una encuesta para saber lo que la población piensa o siente sobre un problema o tema relacionado con el agua (*Paso 3 y 4*).
- Aplicuen la encuesta (*Paso 5*).
- Analicen los resultados de la encuesta (*Paso 6*).
- Preparen un informe preciso y conciso sobre el estudio (*Paso 7*).

#### **Extensiones**

En las zonas donde ya existen organizaciones de cuenca, los estudiantes pueden investigar de qué manera se vierten y recopilan las opiniones de los diferentes

sectores de la población, como el industrial, el agrícola, el urbano, etc., para tomar decisiones en cuanto al manejo del agua.

Una vez que los estudiantes han analizado las opiniones y hechos relacionados con el problema, pueden comenzar a formar un plan de acción para corregir algún problema de los recursos hídricos de la comunidad.

Recientemente se han hecho muy populares las encuestas vía correo electrónico o *Internet*. Si la escuela cuenta con el equipo adecuado, y los estudiantes tienen el conocimiento de cómputo suficiente, también pueden intentar hacer una encuesta así.

#### **Opción para los más pequeños (5 a 7 años)**

También los estudiantes pequeños pueden hacer encuestas. Pueden hacer preguntas sencillas a amigos y vecinos, como: ¿Te gusta la nieve? ¿Te lavas las manos después de ir al baño? ¿Cuál es tu estación del año favorita? Por motivos de seguridad se recomienda que los infantes sólo entrevisten a infantes, maestros o personas a los que conozcan.

#### **Otros recursos**

Díaz de Rada Iguzquiza, Vidal, *Tipos de encuestas y diseños de investigación*, Universidad Pública de Navarra, Pamplona, 2003.

Hungerford, H. R. et al., *Investigating and Evaluating Environmental Issues and Actions Skill Development Modules*, Stipes Publishing Co., Champaign, 1992.

Lennon, Rey et al., *Pequeño manual de encuestas de opinión pública*; La Crujía Editores, Buenos Aires, 2004.

Lewis, Barbara, *The Kids Guide to Social Action*, Free Spirit Press, Minneapolis, 1991.

Martínez, Valentín C., *Diseño de encuestas de opinión*, RA-MA, Madrid, 2003.

Santosmases Mestre, Miguel, *Diseño y análisis de encuestas*, Pirámide Ediciones, México, 2001.

# Recuento de daños



■ **Edad recomendada:**  
De 12 a 15 años.

■ **Disciplinas:**  
Matemáticas, Ciencias ambientales, Español, Civismo.

■ **Duración:**  
Preparación:  
30 minutos.

Dinámica:  
50 minutos.

■ **Lugar:**  
Salón de clases.

■ **Habilidades:**  
Recopilar información,  
organizar, analizar, interpretar.

■ **Propuestas relacionadas:**  
“La tormenta” facilita la comprensión de otros aspectos del clima, que refuerzan esta dinámica. Los estudiantes pueden investigar y debatir sobre los pros y los contras de vivir en áreas propensas a desastres, llevando a cabo la dinámica “Como agua para chocolate”. Igualmente, pueden incursionar en el desarrollo de un proyecto de aprendizaje-servicio con la dinámica “Buscamos soluciones”.

■ **Vocabulario:**  
Aluvión, cambio climático, desastre natural, fenómeno hidrometeorológico, huracán, isolíneas, tsunami, llanura de inundación.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*Después de calcularse el costo de los daños, ¿cuáles son las pérdidas reales que se asocian con un desastre natural como una inundación, un deslave o una granizada?*

## ▼ Resumen

Al calcular la pérdida económica que se produce por la inundación de un área específica, los estudiantes investigan la forma en que las personas son afectadas por este y otros fenómenos hidrometeorológicos, más allá de dichas pérdidas económicas.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Interpretarán la forma en que los reportes sobre daños económicos representan pérdidas individuales y comunitarias a causa de un desastre natural.
- Harán la diferenciación entre pérdida emocional y económica causadas por un desastre natural.
- Reconocerán por qué algunos fenómenos naturales se clasifican como desastres.

## Materiales

- Anuncios clasificados de bienes raíces y anuncios de autos nuevos y usados.
- Papel y lápices.
- Aproximadamente 300 hojas de papel de desecho (en cuadrados de 1 cm) en una bolsa.
- Una colección de artículos de periódicos estatales y nacionales, revistas o Internet, sobre desastres relacionados con el agua.

## Conecciones

Quizá algunos estudiantes hayan experimentado un fenómeno natural relacionado con el agua, como una inundación, sequía, granizada, huracán, ventisca, tormenta de nieve o, quizás, incluso, una marejada. Pueden haber escuchado o leído sobre las

pérdidas económicas ocasionadas por los desastres relacionados con el agua a escalas local, nacional y mundial. Casi todo el año, los medios noticiosos internacionales informan sobre importantes fenómenos naturales relacionados con el agua (inundaciones y sequías). Aprender sobre el impacto de estos fenómenos ayuda a que los estudiantes comprendan la forma en que es posible reducir los riesgos asociados con ellos.

## Antecedentes

¿Cuándo un fenómeno natural se transforma en un desastre? Aunque las tormentas de nieve, lluvias fuertes e inundaciones menores pueden ser inconvenientes, la mayoría de las personas no las consideran un desastre. Los fenómenos climáticos como inundaciones, huracanes y granizadas se clasifican como tales cuando afectan negativamente a las personas por la pérdida de vidas, propiedades o ingresos. Esta perspectiva se centra en el aspecto humano y se basa en los principios económicos. Si se hubiera producido una inundación en determinada zona antes de que el ser humano la habitara, no se habría clasificado como un desastre. En vez de arrasar con los logros de muchas generaciones, la inundación habría traído consigo el alimento necesario para los terrenos inundables.

Las pérdidas económicas causadas por los desastres naturales relacionados con el agua pueden ser asombrosas. En todo el mundo las granizadas, inundaciones, sequías, huracanes, tormentas de nieve, nevadas fuertes y grandes marejadas de las áreas costeras ocasionan pérdidas multimillonarias.



Villa cerca de la costa de Sumatra, devastada tras el embate del tsunami que golpeó al sureste asiático en diciembre de 2004. Foto: Philip A. McDaniel, U.S. Navy.

Eventos como el devastador tsunami ocurrido en el océano Índico en 2004, el huracán *Katrina* que en 2005 dañó severamente la ciudad de Nueva Orleans, o el huracán *Wilma*, que se convirtió en el más fuerte registrado en la historia del Atlántico, afectando especialmente a la península de Yucatán, han dejado una huella imborrable tanto por las cuantiosas pérdidas económicas como por las lamentables pérdidas de vidas humanas, y han subrayado la necesidad de estar preparados ante este tipo de fenómenos.

Después de un desastre, se procede a hacer el cálculo de los daños. "Recuento de daños" significa literalmente el resultado de un evento: el número de casas afectadas por las inundaciones o el número de autos abollados por una granizada. El cálculo de la pérdida económica ocasionada

por una granizada, inundación u otro evento de este tipo, es tarea complicada. Tomando en consideración un procedimiento estrictamente analítico, las pérdidas pueden calcularse a escala micro (una manzana de la ciudad, o una sola casa) o a escala macro (un municipio, un estado, una región). Los cálculos de las pérdidas económicas ayudan a que los legisladores (consejos de ciudades, comisiones estatales, grupos legislativos estatales y gobiernos federales) determinen las acciones que se requieren para contrarrestar los daños y para evitar pérdidas en el futuro.

Estos informes sobre daños ayudan a establecer la magnitud de las pérdidas que, en ocasiones, deben sopesarse contra el costo de intentar evitar que el desastre ocurra de nuevo. Las inundaciones son buenos ejemplos de este razonamiento.

Consideré la superficie de un río que se desborda año tras año. La última inundación produjo daños a casas habitación y negocios por un monto de 200 millones de dólares. El costo de una solución estructural (dique, presa o canal) o de una solución no estructural (educación, planeación, códigos de zonificación, y protección por medio de seguros) podrían no ser prácticos desde el punto de vista económico. Las personas que toman decisiones deben elegir en situaciones difíciles cuando se trata de administrar poblaciones y terrenos inundables en los que hay asentamientos humanos.

Los fenómenos climáticos aleatorios como las granizadas; las tormentas intensas y las sequías son menos predecibles y, por lo tanto, más difíciles de controlar. El agricultor que habita en un área propensa a las granizadas debe sopesar el costo

de un seguro contra el impacto económico de perder una cosecha. Es decir, las áreas agrícolas con datos estadísticos que muestren altas probabilidades de daños por granizo, son "negocios riesgosos" si no cuentan con un seguro.

Se dispone de seguros para la mayoría de los fenómenos naturales relacionados con el agua. Muchas personas que viven en una llanura de inundación o terreno de aluvión compran usualmente seguros, porque los bancos y las compañías hipotecarias que prestan dinero a los propietarios de casas requieren un seguro contra inundaciones antes de que se formalice la compra. Este requerimiento se impone no sólo a las personas que viven junto a los ríos sino también a los que habitan en áreas costeras. No obstante, la mayoría de las personas no cuentan con esta protección, ya sea por desconocimiento, o por imposibilidad económica. Los desastres naturales principales requieren de enormes cantidades de recursos económicos para restaurar las áreas dañadas, provenientes de múltiples orígenes.

Hoy en día sabemos que la temperatura y los patrones pluviales del planeta están cambiando y volviéndose menos predecibles, y a menudo más extremos. El impacto del cambio climático y de la degradación ambiental se ha manifestado desde la sequía en la Amazonía, las inundaciones en Haití, la reducción de glaciares en los Andes o el mayor número de huracanes, no sólo en Centroamérica y el Caribe, sino en el sur de Brasil. En toda la región de América Latina y el Caribe la capacidad de los ecosistemas naturales para amortiguar el clima extremo y otros impactos ha menguado, dejando a la gente más vulnerable. Así, las medidas de protección civil y de prevención resultan cada vez más importantes.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Pida a los estudiantes que elaboren una lista de fenómenos climáticos relacionados con el agua. Discutan el papel de cada fenómeno desde la perspectiva ambiental. ¿Qué determina que un fenómeno natural, inundación o huracán, sea un desastre? ¿Quién toma esta determinación?

Pida a los estudiantes que piensen en su recámara, que se encuentra en la planta baja de sus casas. Se produce una inundación en la comunidad y el agua está subiendo en su habitación, hasta alcanzar una profundidad de medio metro. Explique que el agua no retrocederá en dos o tres días. ¿Cómo se afectarán sus pertenencias? (Mientras más tiempo permanezca el agua en la casa, mayor será la probabilidad de que se produzca un daño estructural.)

Los rescatistas indican a los estudiantes que pueden sacar hasta cinco artículos personales. ¿Cuáles escogerían? Pida a los estudiantes que discutan sobre el "valor" de estas pertenencias. ¿Reflejan un valor emocional o económico?

### ▼ Dinámica

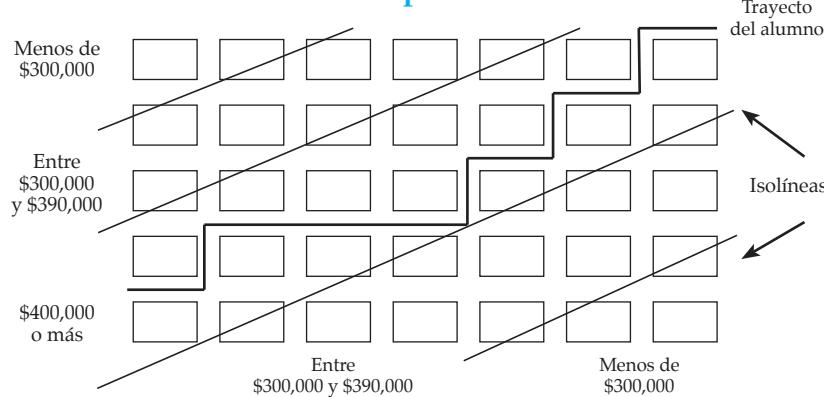
**1. Informe a los estudiantes que formarán parte de un simulacro de inundación, y que calcularán las pérdidas económicas por los daños. Pídale que coloquen sus sillas o bancas en filas para formar una cuadrícula.**

**2. Asigne a cada estudiante un cuadro dentro de esa cuadrícula. Dígales que representa su casa y su propiedad. Pídale que determinen el "valor de su propiedad". Distribuya los catálogos para ordenar por correo, las revistas y periódicos con anuncios de casas y automóviles. Pídale que recorten fotos de una casa y de dos autos. Haga que escojan muebles y aparatos para su casa. Los estudiantes deben registrar todos los artículos y los costos asociados, y determinar el valor de los bienes.**

**3. Pida a los estudiantes que se pongan de pie en las bancas y dé a uno de ellos una bolsa con cuadros de papel. Indíquele que cuando usted diga "¡Ahora!", va a desplazarse diagonalmente de la parte superior derecha de la cuadrícula a la parte inferior izquierda. Deberá zigzaguear entre las bancas y arrojar puñados de papel por encima de las cabezas de sus compañeros, de un lado a otro (Ver la ilustración). Haga que los estudiantes hagan los movimientos descritos en la dinámica "La tormenta", de esta misma Guía. Cuando usted inicie el movimiento "de zapateo", diga "¡Ahora!" al estudiante que lleva la bolsa de papel.**

**4. Cuando todos los estudiantes están de pie con las palmas abiertas (el último movimiento de "La tormenta"), pídale que se sienten y que recojan tantos pedazos de papel (que**

## Distribución de las pérdidas económicas





*Wilma, el huracán más fuerte registrado en la historia del Atlántico.*

Imagen tomada de la estación receptora del satélite GOES 12, del IMTA, en octubre de 2005

representan el daño por la inundación) como puedan, sin dejar sus asientos. Explíquenles que esta ha sido una primavera inusualmente húmeda. El agua de la nieve que se derrite o de las lluvias primaverales intensas ha aumentado el nivel de los ríos por encima de sus márgenes. Con la última lluvia torrencial, en algunas áreas el río ha sobrepasado al dique (una barrera construida para retener las avenidas de agua estacionales). A causa de las variaciones del terreno y de las diferencias en altura, también varía la cantidad de agua que provoca la inundación.

#### 5. Pídale que calculen las pérdidas como aquí se indica:

Cada pedazo de papel que recogen representan \$1,000 dólares de pérdida por la inundación. Pida a los estudiantes que calculen sus pérdidas individuales y que las comparan con la cantidad que calcularon como valor de sus propiedades.

#### 6. Dibuja la cuadrícula en el pizarrón. Escriba la pérdida económica de cada estudiante

en los cuadritos que la forman y pídale que tracen una línea que conecte las áreas que sufrieron pérdidas similares. Estas áreas reciben el nombre de isolíneas, y relacionan puntos de igual valor. Pídale que calculen la pérdida total de la comunidad (agregando las pérdidas de todos los estudiantes).

7. Pregúntele cómo reemplazarán o repararán sus casas o automóviles. Quizá algunos de ellos mencionen los seguros. Se dispone de seguros contra inundación, a través de las compañías aseguradoras. Por ejemplo, para cubrir una casa con valor de unos \$100,000 dólares y pertenencias con valor de \$75,000, el propietario pagaría \$400 dólares al año. Por lo tanto, una vez que se paga el deducible (de \$250 a \$500 dólares), la compañía aseguradora compensará al propietario por cualquier tipo de daños sufridos por encima del nivel del suelo. No obstante, el propietario es responsable de los daños que se muestren por debajo de dicho nivel (por ejemplo, daños al sótano o a la cimentación). Cabe señalar que

el costo de los seguros varía en cada país y de acuerdo con la siniestralidad registrada.

8. ¿Es posible comprar de nuevo todos los artículos que se pierden en una inundación? ¿Qué sucede con las fotos, cartas, reliquias familiares, diarios, etc.? Pida a los estudiantes que recuerden los artículos que dijeron que sacarían de sus recámaras en caso de una inundación. Pídale que hagan la diferenciación entre pérdidas económicas y emocionales.

#### ▼ Cierre

Pida a los estudiantes que comparen las pérdidas de propiedades contra los lugares de la cuadrícula. Discutan la forma en que las personas que viven en áreas muy dañadas percibirían la inundación, en contraste con la de las personas que no experimentaron su impacto.

Indique a los estudiantes que busquen un artículo periodístico que describa un desastre natural relacionado con el agua. Estimúlelos para que coleccionen sucesos recientes e históricos. Pídale que investiguen la naturaleza de cada desastre; la cantidad de lluvia, nieve o granizo que se precipitó, y qué tanto daño causó. Deberán presentar sus informes ante la clase.

Pregúntele si consideran que los cálculos de daños informados por los periódicos son exactos. Discutan sobre la dificultad de obtener cifras verídicas y la necesidad de hacer estimaciones. ¿Incluyen estas estimaciones las reliquias familiares, las fotos antiguas, o un jardín florido que podrían ser barridos por la inundación?

Divida a los estudiantes en grupos pequeños y pídale que desarrollen y entreguen un reportaje sobre una inundación simulada, que dure 60 segundos. El texto podría centrarse en las propiedades personales y en los daños a la comunidad. ¿Cuál fue

la cantidad total perdida? ¿Qué área fue la más perjudicada? ¿Qué área no se dañó? Grabe en video las presentaciones y pida a los grupos que critiquen las noticias de unos y otros.

Pida a los estudiantes que revisen los desastres relacionados con el agua ocurridos en su comunidad en los últimos 25 años, a la vez que formen una colección de encabezados y elaboren carteles en los que el tema sea un desastre relacionado con el agua, acontecido en la comunidad.

## Evaluación

Pida a los estudiantes que:

- Expliquen por qué los fenómenos naturales como las inundaciones, sequías y granizadas se clasifican en ocasiones como desastres (*Introducción*).
- Calculen las pérdidas individuales y de la comunidad para un informe de daños (Pasos 5 y 6).
- Evalúen el impacto de un desastre natural simulado relacionado con el agua (*Cierre*).
- Desarrollen y entreguen un reportaje sobre una inundación simulada (*Cierre*).
- Discutan el “valor” que damos a nuestras pertenencias (*Introducción y Cierre*).

## Extensiones

¿Qué harían los alumnos si usted les dijera que se espera una inundación parecida cada cinco años? ¿Y cada diez años? ¿Y cada

cien años? ¿Y cada quinientos años? ¿Qué intervalo les haría entrar en acción? ¿Qué acciones tomarían?

Explíquenes que muchas comunidades no están dispuestas en patrones similares a los de la cuadrícula. Mantenga las bancas en orden, pero pida a los estudiantes que cambien de lugar. Por ejemplo, coloque a cuatro por banca en un área, mientras que en otra no ponga a ninguno. Cada uno todavía posee la casa original y dos autos. Repita la dinámica de la tormenta y de la inundación. El agua podría no llegar a la parte alta del área donde se ubica la mayoría de los estudiantes (que representan a la población). ¿Cómo puede correlacionarse la pérdida económica con la cantidad de agua de la inundación y la densidad poblacional? ¿Qué otros tipos de daños relacionados con el agua se producen? ¿Cuáles fueron los daños de la última temporada de huracanes? ¿Qué daños ocasionaron en 2005 los huracanes *Katrina* y *Stan*?

Anote los resultados de los desastres relacionados con el agua y discutan sus efectos en las personas y el medio ambiente. Muchos de ellos son de tipo personal, como pena, depresión, enfermedad, hambre, riesgo de exposición y muerte. ¿Se producen resultados de otro tipo?

Obtenga periódicos de una comunidad distinta de la suya (por ejemplo, si vive en un área

rural, consiga periódicos de una comunidad urbana). Repita la dinámica “Recuento de daños” empleando la nueva información de estos periódicos. Compare este daño estimado con el de su comunidad. ¿Cuál comunidad se dañó más? ¿Por qué sucedió esto?

## Otros recursos

Chémery, Laure, *Los climas, ¿un futuro imprevisible?*, Biblioteca Actual Larousse, SPES Editorial, S.L., Francia, 2003.

Ecolección Tierraviva, *Las tormentas*, Ediciones SM, Madrid, 1993.

Rosengaus, Michel, *Efectos destructivos de ciclones tropicales*, Fundación Mapfre/IMTA, México, 1998.

Simms, Andrew y Reid, Hannah, *¿Con el agua hasta el cuello? América Latina y el Caribe. La amenaza del cambio climático sobre el medio ambiente y el desarrollo humano*, Tercer informe del Grupo de Trabajo sobre el Cambio Climático y el Desarrollo, New Economics Foundation, 2006, [www.neweconomics.org/gen/z\\_sys\\_publications.aspx](http://www.neweconomics.org/gen/z_sys_publications.aspx)

Organización Meteorológica Mundial. [www.wmo.org](http://www.wmo.org)

Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. [www.desenredando.org](http://www.desenredando.org)

Wikipedia, La enciclopedia libre, “Huracanes”. [www.es.wikipedia.org/wiki/Huracanes](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Huracanes)

# Una gota en la cubeta



**■ Edad recomendada:**  
De 12 a 15 años (con opción para más pequeños).

**■ Disciplinas:**  
Ciencias de la Tierra,  
Matemáticas, Geografía.

**■ Duración:**  
Preparación:  
30 minutos.

Dinámica:  
30 minutos.

**■ Lugar:**  
Salón de clases.

**■ Habilidades:**  
Recopilación de información,  
organización, interpretación.

**■ Propuestas relacionadas:**  
“Planeta azul”, donde se introduce el concepto de estadística al estimar el porcentaje de la Tierra que está cubierto con agua jugando con un globo terráqueo inflable. “El viaje increíble” aborda el ciclo del agua y sus estados físicos.

**■ Vocabulario:**  
Agua salada, agua dulce, uso consuntivo.

Propuesta adaptada de:  
¡Encaucemos el Agua!  
(WET México)

*¿Qué hay en la naturaleza que es abundante y escaso al mismo tiempo?*

## ▼ Resumen

Al estimar y hacer el cálculo del porcentaje de agua dulce disponible en la Tierra, los estudiantes comprenden que este recurso es limitado y que debe conservarse.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Calcularán el porcentaje de agua dulce disponible para consumo humano.
- Explicarán por qué el agua es un recurso limitado.

## Materiales

- Papel de dos colores.
- Hojas de papel blanco.
- Marcadores.
- Agua.
- Globo terráqueo o mapamundi.
- Un vaso de precipitados de 1 000 ml.
- Probetas graduados de 100 ml.
- Un platito.
- Sal.
- Congelador o una cubeta con hielo.
- Gotero o agitador de vidrio.
- Una cubeta de metal chica.
- Copias del Cuadro de disponibilidad de agua.

## Conecciones

Es posible que los estudiantes sepan que la Tierra está cubierta principalmente de agua, pero quizás no se den cuenta de que sólo una pequeña cantidad está disponible para el consumo humano. Aprender que el agua es un recurso limitado ayuda a los estudiantes a apreciar la necesidad de usarla de manera racional.

## Antecedentes

Irónicamente, en un planeta extensamente cubierto de agua (aproximadamente en un 71%), este recurso es uno de los

principales factores limitantes para la vida en él. El *Cuadro de disponibilidad de agua* resume los principales factores que afectan la cantidad de agua disponible en el planeta. Si toda el agua dulce de la que podemos disponer (esto es, la que se encuentra en lugares accesibles y no está contaminada), se distribuyera equitativamente entre las personas, a cada una de ellas le tocárían aproximadamente 6 millones de litros.

A escala mundial, solo se dispone de un pequeño porcentaje de agua, pero este representa una gran cantidad por persona. La paradoja es que, para algunos, el agua puede parecer abundante mientras que para otros es un producto escaso. ¿Por qué algunas personas requieren más agua? La geografía, el clima y las condiciones meteorológicas afectan su distribución. Por otra parte, la agricultura, la industria y el uso doméstico también afectan esta disponibilidad.

## Procedimiento

### ▼ Introducción

Diga a los estudiantes que van a calcular la proporción de agua dulce que hay en la Tierra y a compararla con el resto del agua que hay en el planeta.

Pídale que trabajen en grupos pequeños. Haga que dibujen un círculo grande con un marcador, sobre una hoja de papel blanco. Proporcióneles dos hojas de papel de distinto color. Uno de los colores representa al agua dulce disponible; el otro representa al resto del agua que hay en el planeta.

Pida a los estudiantes que dividan cada una de las dos hojas en cien pedazos. Pídale que calculen cuántos pedazos representarán al agua dulce y cuántos representarán al resto del agua del planeta. Dé instrucciones a

## Clave de respuestas: Cuadro de disponibilidad de agua.

Total de agua aproximado en el planeta entre el número total de habitantes:  1 400 millones de km <sup>3</sup> / 6 000 millones de personas =	233 333 millones de litros/persona.
Menos el 97.5 % de agua salada no apta para consumo humano:  233 333 millones de litros - 227 500 millones de litros =	5 833 millones de litros/persona.
Menos el 80 % que se encuentra congelada en los polos:  5 833 millones de litros - 4 666 millones de litros =	1 167 millones de litros/persona.
Menos el 99.5% que no está disponibles (a demasiada profundidad, contaminada, etc.):  1 167 millones de litros - 1 161 millones de litros =	6 millones de litros/persona.

cada grupo para que dividan sus hojas y coloquen las cien piezas dentro del círculo, de tal manera que estos pedazos representen sus cálculos. Pida a los grupos que registren el número de pedazos que representan al agua “dulce” y a la “restante”.

### ▼ Dinámica

1. Muestre a la clase un litro (1 000 ml) de agua y dígales que representa toda la de la Tierra.

2. Pregunte en qué lugar se localiza la mayor parte del agua de la Tierra (refiérase a un globo terráqueo o a un mapamundi). Vierta 25 ml de agua en una probeta graduada de 100 ml. Esto representa al agua dulce de la Tierra, aproximadamente el 2.5% del total. Para simular el agua que se encuentra en los océanos, que no es adecuada para el consumo humano, ponga sal en los restantes 975 ml de agua.

3. Pregunte a los estudiantes qué hay en los polos de la Tierra.

Casi el 80% del agua dulce del planeta está congelada en capas de hielo y glaciares. Vierta 5 ml de agua dulce en un platito o probeta y coloque el resto (20 ml) en un congelador o en una cubeta con hielo. La del platito (aproximadamente 0.5% del total) representa el agua dulce no congelada. De esta, solo cerca

de 1.5 ml está en la superficie; el resto es subterránea.

4. Emplee un gotero o un agitador de vidrio para retirar una gota de agua (0.025 ml). Colóquela en una pequeña cubeta de metal. Asegúrese de que los estudiantes guarden silencio para que puedan escuchar el sonido de la gota cuando golpea el fondo de la cubeta. Esta gota representa al agua dulce disponible y no contaminada, o sea ¡aproximadamente el 0.0025% del total! Por lo tanto, esta preciosa gota de agua debe administrarse adecuadamente.

5. Discutan los resultados de la demostración. Muchos estudiantes concluirán que solo una cantidad muy pequeña de agua está disponible para los seres humanos. No obstante, esta única gota representa un gran volumen

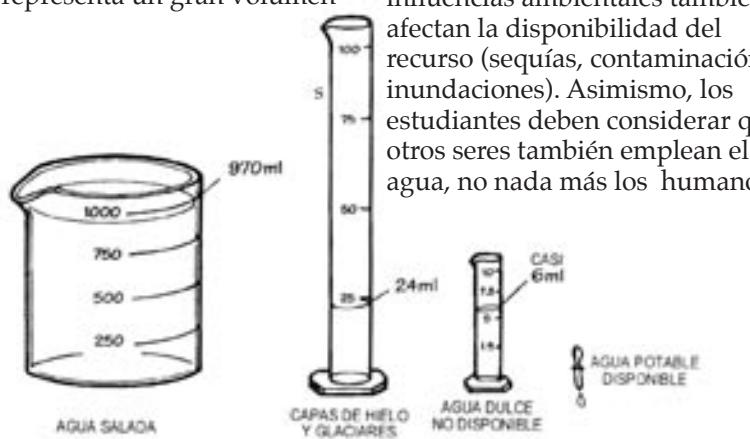
de agua a escala mundial. Pida a los estudiantes que empleen el *Cuadro de disponibilidad de agua* para calcular la verdadera.

### ▼ Cierre

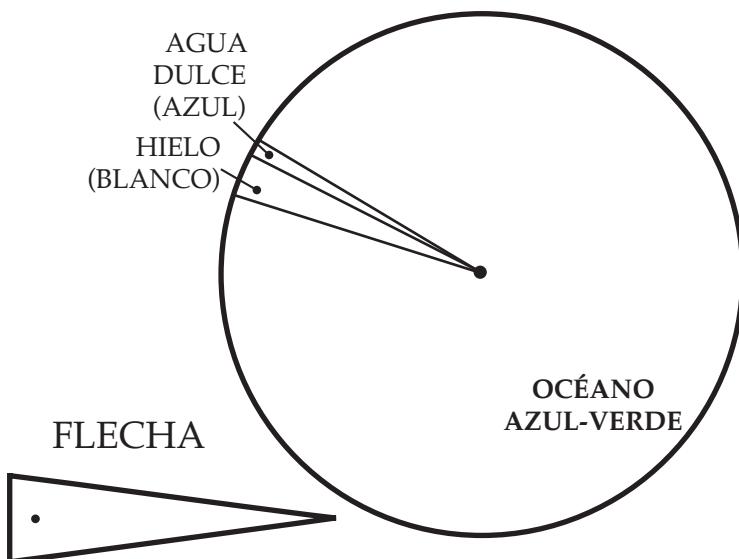
Haciendo referencia a la *Introducción*, haga que los estudiantes recuerden sus cálculos preliminares sobre la cantidad de agua disponible para los seres humanos, y que los comparén con el porcentaje verdadero. Pídale que expliquen el razonamiento seguido al hacer esos cálculos iniciales. ¿Cómo ajustaron las proporciones? La mitad de uno de los pedazos de papel representa, potencialmente, el agua disponible (0.5%). El agua dulce se representaría por la pequeña parte de un ángulo de esta mitad (0.0025%).

De nuevo, pregunte a los estudiantes si hay suficiente agua disponible en la actualidad. Si el agua del planeta que puede emplearse se divide entre la población actual, de aproximadamente 6 mil millones de personas, cada una de ellas puede disponer de 6 millones de litros de agua. En teoría, esta cifra excede la cantidad de agua que una persona requeriría durante toda su vida.

Entonces, ¿por qué motivo más de la tercera parte de la población mundial no tiene acceso al agua potable? Discuta con la clase sobre los principales factores que afectan la distribución del agua en la Tierra (por ejemplo, las formas del paisaje, la vegetación). Otras influencias ambientales también afectan la disponibilidad del recurso (sequías, contaminación, inundaciones). Asimismo, los estudiantes deben considerar que otros seres también emplean el agua, no nada más los humanos.



## PATRÓN DEL DISCO



### Evaluación

Pida a los estudiantes:

- Que determinen la proporción del agua dulce disponible en la Tierra (*Introducción y Cierre*).
- Que calculen el volumen de agua disponible para uso humano (*Paso 5*).

Al terminar la dinámica, para una evaluación complementaria haga que los alumnos:

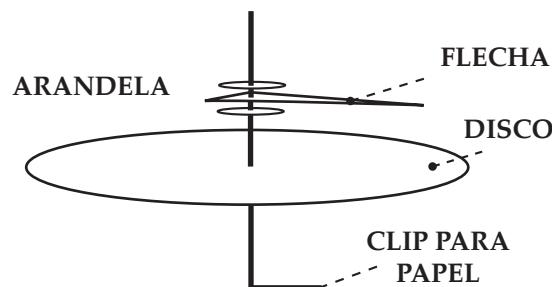
- Desarrollen un comercial para televisión en el que se resalten los motivos por los cuales el agua es un recurso limitado.

### Extensiones

Los estudiantes pueden calcular cuánta agua podría usar una persona durante su vida. Déles las siguientes instrucciones: Anoten cuánta agua emplean en un día. (En zonas urbanas, una persona promedio emplea cerca de 190 litros al día.) Multipliquen el consumo diario por 365 días y luego por setenta años (periodo de vida promedio). ¿Cómo pueden compararse los 6 millones de litros disponibles por persona? (Este razonamiento funciona sólo para el uso directo del agua).

Mediante el uso del globo terráqueo, los participantes pueden identificar las áreas donde el agua es de uso limitado, abundante o excesivo, y discutir

## INSTRUCCIONES PARA EL DISEÑO DE LA OPCIÓN PARA LOS MÁS PEQUEÑOS



sobre las características que contribuyen a estas condiciones. Por ejemplo, las grandes variaciones en las precipitaciones pluviales que ocurren en algunas partes del país. Estas variaciones impactan de manera espectacular a personas, animales y plantas.

### Opción para los más pequeños.

Dirija los primeros cuatro pasos de la dinámica. (Si no se dispone de vasos de precipitado, emplee aproximadamente cuatro litros de agua para representar toda la de la Tierra. De esta, 100 mililitros representan el agua dulce, y toda ella, menos unas tres gotas, está congelada en los polos.) Para ayudar a que los estudiantes aprecien estas proporciones, pídale que participen en la siguiente dinámica.

Haga que los estudiantes construyan, flechas giratorias. (Prepare usted con cartulina gruesa la flecha, el disco y las arandelas.) Dé a cada uno una copia del *Cuadro de disponibilidad del agua*. Ellos hacen girar la flecha y colorean un recuadro de la gráfica en la fila apropiada. ¿Qué fila de la gráfica consideran que se llenará primero?

### Otros recursos

Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: "El agua, una responsabilidad compartida". [www.unesco.org/water/wwap/wwdr2/table\\_contents\\_es.shtml](http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr2/table_contents_es.shtml)

Márquez, Ernesto, *Aguas con el Agua*, Cultura del agua, Colección Básica del Medio Ambiente, SOMEDICYT y SEMARNAP, México, 2000.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2003 Año Internacional del Agua Dulce. [www.wateryear2003.org/es/ev.php?URL\\_ID=1456&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://www.wateryear2003.org/es/ev.php?URL_ID=1456&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

United States Geological Survey and Environmental Protection Agency, "¿Cuánta agua hay sobre (y dentro) de la Tierra?", en: La ciencia del agua para escuelas, [water.usgs.gov/gotita/earthhowmuch.html](http://water.usgs.gov/gotita/earthhowmuch.html)

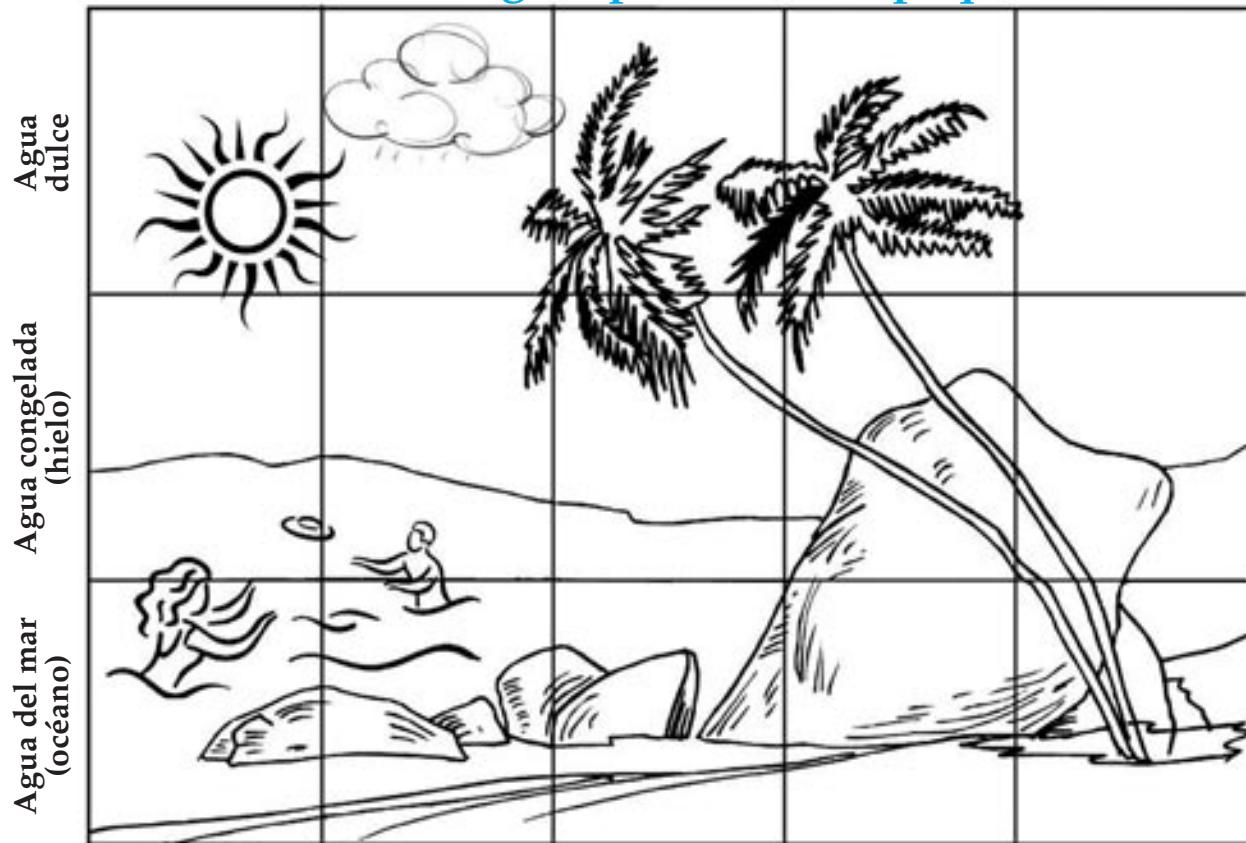
# Cuadro de disponibilidad de agua.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

CANTIDAD DE AGUA EN EL PLANETA (1 km <sup>3</sup> = 1,000 millones de m <sup>3</sup> 1m <sup>3</sup> = 1,000 litros)	%	Litros de agua por persona (población = 6,000 millones)
<b>TOTAL</b> 1,400 millones de km <sup>3</sup> ( $1400 \times 10^6$ ) = 1.4 trillones de m <sup>3</sup> ( $1.4 \times 10^{18}$ ) = 1,400 trillones de litros ( $1400 \times 10^{18}$ )	100	<b>233,333 millones</b>
<b>DULCE</b> 35 millones de km <sup>3</sup> ( $35 \times 10^6$ ) = 35,000 billones de m <sup>3</sup> ( $35 \times 10^{12}$ ) = 35 trillones de litros ( $35 \times 10^{18}$ )	2.5	(Calcular el 2.5 % de la cantidad total de litros de agua por persona)  RESPUESTA = _____
<b>DULCE LÍQUIDA</b> 7 millones de km <sup>3</sup> ( $7 \times 10^6$ ) = 7,000 billones de m <sup>3</sup> ( $35 \times 10^{12}$ ) = 7 trillones de litros ( $7 \times 10^{18}$ )	0.5	(Calcular el 0.5 % de la cantidad total de litros de agua por persona)  RESPUESTA = _____
<b>DULCE LÍQUIDA DISPONIBLE</b> 35,000 km <sup>3</sup> = 35 billones de m <sup>3</sup> ( $35 \times 10^{12}$ ) = 35,000 billones de litros ( $35 \times 10^{12}$ )	0.0025	(Calcular el 0.0025 % de la cantidad total de litros de agua por persona)  RESPUESTA = _____

NOTA: Del total de agua en el planeta, sólo el 2.5 % es dulce. De ésta, el 80% está congelada en los polos. Del 20 % restante, sólo el 0.5% se encuentra realmente disponible, pues el resto está contaminada o inaccesible.

## Cuadro del agua (para los más pequeños)



# Uno para todos



**■ Edad recomendada:**  
De 9 años en adelante.

**■ Disciplinas:**  
Ciencias Sociales, Ciencias Naturales.

**■ Duración:**  
Preparación:  
40 minutos.

Dinámica:  
60 minutos.

**■ Lugar:**  
Salón de clases o al aire libre.

**■ Habilidades:**  
Trabajo en equipo,  
organización, comunicación,  
negociación, evaluación.

**■ Propuestas relacionadas:**  
“Suma de las partes” simula la contaminación puntual y difusa de un río y las mejores prácticas para evitarla. “Agua para todos” aborda el incremento de la demanda de agua por el crecimiento poblacional. “Cuando cuentas cuencas” y “Coloréame una cuenca” ilustran el concepto de cuenca. “Imitemos al paisaje” aborda el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente.

**■ Vocabulario:**  
Cauce principal, cuenca,  
desembocadura, contaminación  
difusa, contaminación puntual,  
uso consuntivo, uso directo del  
agua, uso indirecto del agua,  
uso no consuntivo.

Propuesta adaptada de:  
Descubre una cuenca:  
el río Colorado

*¿A cuántos usuarios puede abastecer un río?*

## ▼ Resumen

Ocho estudiantes, representando a ocho usuarios del agua de un río, deben transportar “aguas abajo” una lata con agua, enfrentándose a retos simulados de administración de ese recurso, hasta llegar a la siguiente comunidad de usuarios.

## Objetivos

Los estudiantes:

- Demostrarán la interrelación que existe entre usuarios del agua en una comunidad y en una cuenca.
- Demostrarán la complejidad de compartir el agua.
- Negociarán cómo afrontar retos de administración del agua a lo largo del río.

## Materiales

- Una lata de café o similar, con agua hasta el 75% de su capacidad.
- Ocho piezas de cordel o hilo grueso de unos 90 cm de largo.
- Una banda elástica o liga suficientemente grande para sostener la lata (conviene tener más, por si la primera llega a romperse).
- Tres cuerdas o piolas de 2 m de largo o más.
- Cuatro o más sillas.
- Hilos, retazos de tela o papel para formar una “cortina” atada a una cuerda.
- Cinta adhesiva (masking tape) o gis.
- Letreros que los estudiantes puedan colgarse al cuello.

## Conexiones

No podremos administrar o manejar adecuadamente la cuenca de un río hasta no saber quiénes son todos los usuarios del agua, cuáles son sus derechos y cómo actuar colectivamente para afrontar los retos comunes de la

administración del propio recurso hídrico (inundaciones, sequías, crecimiento poblacional, especies en peligro, etcétera).

Estos retos nos afectan a todos, por lo que cualquier decisión tomada para solucionar un dilema relacionado con el agua debe considerar a todos los pobladores de la cuenca. Así, reconociendo que todos los usos del agua son importantes, identificamos ocho categorías principales: doméstico, agricultura, negocios e industrias, vida silvestre, sistemas terrestres (como humedales y acuíferos), generación de energía, recreación y otros (pecuario, piscicultura, etcétera).

## Antecedentes

Cada grupo de usuarios del agua la utiliza en forma distinta. Una meta común de los administradores de cuencas es satisfacer hasta donde sea posible las necesidades que grupos e individuos tienen de ella. Esta meta constituye un gran compromiso. Para satisfacer las necesidades de agua de cualquier usuario, se deben considerar cuatro factores conocidos como las “4C”: “cantidad adecuada”, “costo adecuado”, “compás (tiempo o momento) adecuado” y “calidad adecuada”. Con un solo río para satisfacer a ocho usuarios, el trabajo en equipo y la comunicación son esenciales. Personas, plantas, animales y ecosistemas de la cuenca dependen de ello.

La **cantidad** adecuada significa agua suficiente para mantener la vida. Para el ser humano, esto significa unos ocho vasos de agua al día. Para un árbol, el requerimiento será mucho mayor. La práctica del canotaje, balseo o *rafting*, *kayaking* y pesca deportiva requieren asimismo suficiente agua. La agricultura



La agricultura es por mucho el principal consumidor de agua en el mundo. Foto: Rita Vázquez del Mercado.

demandas distintas cantidades del recurso, dependiendo de la época y la región. Los agricultores de un lugar pueden usar menos agua que los de otro sitio, porque las temperaturas son menores y los tipos de suelo son distintos. La industria también requiere

agua para la producción de bienes, desde papel hasta energía eléctrica. La demanda de las ciudades varía entre regiones y la cantidad de agua necesaria para cada usuario es también muy variable. Ahora bien, la interrelación entre los diferentes

usuarios nos une a todos.

El **costo** adecuado significa que el gasto económico y de energía sean asequibles para cada usuario. Por ejemplo, una empresa marina construye rampas para embarcaciones, muelles e infraestructura para sus clientes. Si el nivel del río o del embalse desciende, la empresa podría verse obligada a hacer gastos para alargar o mover sus rampas. Para una industria, el costo adecuado puede incluir la elaboración de métodos de recolección, tratamiento, uso y descarga del agua. Para los animales, el costo podría ser una migración a una nueva fuente de agua. Para una planta, puede significar cerrar sus estomas y sufrir raquitismo debido a la falta de dióxido de carbono y, por tanto, de fotosíntesis. Algunas plantas, como el cactus saguaro, están adaptadas para almacenar agua que será utilizada en épocas de escasez. Todos los usuarios del agua deben afrontar los costos asociados con el agua que usan directa o indirectamente.



La industria también requiere de agua para su producción.

Foto: Rita Vázquez del Mercado.



Hasta los pequeños insectos, como usuarios del agua, necesitan satisfacer las 4 C: cantidad, costo, compás y calidad adecuados. Foto: cortesía de Justin Howe.

El **compás**, o tiempo adecuado, se refiere a que el agua debe estar disponible en el momento en que el usuario la necesita. Por lo general, la gente consume agua cuando tiene sed, y nuestro cuerpo es incapaz de almacenarla para su uso posterior. La deshidratación puede ocurrir en unas cuantas horas. Se ha demostrado que los estudiantes consiguen mejores calificaciones cuando están adecuadamente hidratados —¡también nuestros cerebros necesitan agua!—. Las aves migratorias siguen el curso de los ríos y el de sus tributarios, a fin de abastecerse de agua durante su viaje. Plantas como el mezquite requieren agua durante la primavera para que sus semillas puedan germinar. Los productores de energía requieren una cantidad estable de agua para rotar sus turbinas y enfriar sus motores. Los agricultores de la cuenca requieren una cantidad adecuada de agua a un compás o tiempo adecuado: suficiente para que sus semillas germinen, pero no tanta que las arrastre.

La **calidad** adecuada del agua es un factor importante para los usuarios de esta. Toda la vida depende de que haya suficiente agua limpia, en el momento oportuno, al costo adecuado. Las personas necesitamos beber agua libre de bacterias, virus y toxinas. Las plantas y animales no pueden construir infraestructura de purificación (dependen de los procesos naturales para limpiar el agua, y utilizan la disponible en su medio ambiente). En ocasiones, los productores de energía reciclan agua que otros usuarios no pudieron usar. Si el agua tiene un contenido balanceado de nutrientes y oxígeno disuelto, a la vez que pocos contaminantes, puede soportar una abundante y diversa vida acuática, incluyendo algas, organismos microscópicos y macroinvertebrados. Estos organismos conforman la piedra angular de la cadena alimenticia acuática, la cual se extiende a los peces, aves y mamíferos que se alimentan de ella.

Algunas veces surgen conflictos entre usuarios del agua. Un

ejemplo, en una cuenca, es la lucha por el agua almacenada en una presa, cuando es liberada tras generar energía. Los generadores de la planta hidroeléctrica necesitan liberar cantidades variables del líquido, según la demanda diaria de energía. En contraste, las compañías de *rafting*, requieren que el nivel del río permanezca relativamente constante para que se lo pueda navegar con seguridad por los rápidos, así como acampar en las riberas. Los ecosistemas, vida silvestre y otros usuarios también tienen diferentes necesidades de cantidad, calidad, compás y costo del agua que se libera de la presa. Estos usuarios deben trabajar en conjunto para encontrar soluciones y establecer compromisos que satisfagan sus necesidades comunes.

### Procedimiento

#### ▼ Preparación

1. Haga ocho letreros, representando cada uno los usos del agua. Rotúlelos como sigue: Uso doméstico, Agricultura, Industria, Vida

silvestre, Generación de energía, Recreación, Sistemas terrestres y Otros.

**2. Amarre ocho cordeles a la banda elástica.** Los usuarios del agua colocarán la liga, con los ocho cordeles atados, alrededor de la lata. Después la transportarán suavemente, levantándola conjuntamente con los cordeles. Pruebe la banda elástica para asegurarse de que la tensión sea la correcta: demasiado floja no sostendrá la lata; demasiado apretada puede romperse o tirar la lata al ser colocada sobre ella (Ver la lámina 1, *Montaje de Uno para todos*).

**3. Delínee un “río” en el piso o suelo con una cuerda, cinta adhesiva o gis.** Rotule las comunidades localizadas a lo largo del “río”. Los estudiantes intercambiarán la lata en cada una de estas comunidades (Ver la lámina 2, *Montaje de Uno para todos*).

**4. Prepare los retos de administración del agua.** Los cuatro obstáculos son “sequía”, “inundación”, “especies en peligro” y “contaminación”. La sequía se representará con una cuerda por debajo de la cual pasarán los usuarios; la inundación será una cuerda que ellos mismo tendrán que pasar por encima; las especies en peligro serán un camino en zigzag, entre sillas, que los usuarios deberán recorrer, y la contaminación será una cuerda sostenida por arriba de sus cabezas, de la que cuelguen cordeles o hilos con papeles pegados, como una cortina por la que deben atravesar. Los estudiantes cuya comunidad esté esperando turno pueden ayudar a sostener los “obstáculos”.

### ▼ Introducción

**1. Dé tres minutos a los estudiantes para que enlisten todas las formas de usar el agua que se les ocurran.** Pida a varios estudiantes que compartan sus respuestas y que discutan las

similitudes y diferencias de las mismas. Pregúntele si los actos de utilizar un coche, leer el periódico o encender la luz tienen que ver con el agua. Discutan los usos directos e indirectos del recurso (vgr. beberla o comer una verdura regada con ella, respectivamente).

**2. Pida a los estudiantes que adivinen cuánta agua se necesita para fabricar cada uno de los artículos enlistados en el cuadro anexo.** No les dé la respuesta hasta que la dinámica concluya.

**3. Enliste en el pizarrón los ocho usos principales del agua (doméstico, agricultura, industria, vida silvestre, generación de energía, sistemas terrestres, recreación y otros).** Hagan una tormenta de ideas respecto a usuarios específicos para cada categoría (por ejemplo: mina de carbón, humedal, planta hidroeléctrica, peces, empresa de *rafting*, productor de lechuga, alberca pública). Discutan la forma en que los productos de cada categoría se relacionan con la vida de los estudiantes.

**4. Pregunte a estos si saben qué comunidades están localizadas aguas arriba y aguas abajo de ellos. ¿De qué manera se relaciona el uso del agua de una comunidad con el de otra?**

### ▼ Dinámica

**1. Discuta brevemente con los estudiantes el concepto de las “4C” (“cantidad”, “costo”, “compás” y “calidad” adecuados).** Con un solo río para sostener las necesidades de ocho usuarios, el trabajo en equipo y la cooperación son esenciales. Informe a los estudiantes que en el *Cierre* de la dinámica se les pedirá considerar las “4C” y la relación que tienen con los problemas a que se enfrentarán a lo largo del río.

**2. Explique a los estudiantes el significado del río y de los obstáculos que usted preparó.**

**3. Divida a la clase en cuatro**

**grupos de ocho.** Cada uno representa a una comunidad ubicada a lo largo del río. Designe como ayudantes (con los obstáculos) al resto de los estudiantes. Asigne un nombre a cada grupo. Las puede numerar del uno al cuatro, o les puede dar los nombres de las comunidades de su área. Si los estudiantes son muy pocos, puede reducir el número de comunidades o hacer que un estudiante represente a varios usuarios del agua.

**4. En la primera comunidad, haga que cada estudiante seleccione una de las ocho categorías de usos del agua, que representará durante la dinámica (uso doméstico, agricultura, industria, vida silvestre, generación de energía, sistemas terrestres, recreación y otros).** Dé a los estudiantes los letreros que les corresponden y muéstrelas dónde colocarse. Conforme las comunidades llevan el agua río abajo, los usuarios irán entregando sus letreros a los siguientes.

**5. Coloquie a la Comunidad Uno ante el primer obstáculo; a la Comunidad Dos entre el primer y segundo obstáculos; a la Comunidad Tres entre el segundo y el tercero, y a la Comunidad Cuatro entre el tercero y el cuarto.** (Ver la lámina 2, *Montaje de Uno para todos*).

**6. Indique a la Comunidad Uno que forme un círculo.** Coloque la lata con agua hasta el 75% (3/4) de su capacidad, en medio del círculo, habiendo puesto antes los ocho cordeles alrededor de la propia lata, atados a la liga. Los extremos de los hilos deberán quedar frente a cada usuario. Dirija a los estudiantes para que cuidadosamente recojan los cordeles y, jalándolos suavemente, levanten la lata juntos. (Ver la lámina 2, *Montaje de Uno para todos*). Recuérdelle que si cualquiera de ellos jala demasiado fuerte, la lata se caerá. Deberán trabajar en equipo para atravesar la sequía (por debajo de la cuerda)

y entregar el agua a la siguiente comunidad, río abajo.

**7. Haga que los estudiantes de la Comunidad Uno entreguen sus letreros a los de la Dos, conforme el agua se dirige hacia el obstáculo de la inundación.**

No permita que la lata toque el suelo. Repita el proceso al llegar a las comunidades Tres y Cuatro, quienes, respectivamente, pasarán por los obstáculos de las especies en peligro y la contaminación.

Insista en que, si bien el trabajo en equipo puede ser difícil, éste se requiere en forma constante para satisfacer las necesidades de agua de las comunidades, además de esfuerzo, comunicación y tiempo.

### ▼ Cierre

**1. Discuta los resultados de la dinámica. ¿Cuánta agua llegó a la desembocadura del río? ¿Dónde se experimentaron mayores problemas? ¿Qué aprendieron acerca de los ocho usuarios del agua, sus cuatro necesidades hídricas (4C) y un solo río? ¿Qué importancia tuvo la comunicación al entregarse el agua a la siguiente comunidad? ¿Qué saben acerca de usuarios del agua específicos? ¿Qué diferentes interpretaciones de las 4C pueden hacer?**

**2. Informe a los estudiantes sobre la cantidad de agua utilizada para producir los artículos enlistados en la Introducción.**

¿Algunos de los usuarios representados en la dinámica fabrica o usa estos productos? Si la oferta y la demanda de agua de la comunidad se desequilibran, ¿cómo resolverían este problema? ¿Reducirían el abasto de algún usuario o buscarían otra solución?

**3. Haga que los estudiantes analicen los retos que afrontaron al llevar la lata río abajo.**

ARTÍCULO	CANTIDAD DE AGUA
Unos pantalones de mezclilla.	6 840 litros.
Una pieza de pan de un kilo.	3 800 litros.
500 grs de carne de res.	15 200 litros.
Una lata de refresco.	63 litros.
Acero para fabricar un auto.	121 600 litros.
40 hojas de papel.	380 litros.

Discutan en clase la relación de las 4C (cantidad, costo, compás y calidad adecuados) con cada obstáculo.

**4. Termine haciendo que cada estudiante escriba una o dos páginas acerca de lo que significa esta dinámica: *Uno para todos*.** Deberán definir a cada usuario del agua, las 4C y lo que implica compartir un río. Pídale que agreguen un epílogo, con sus sentimientos personales acerca de cómo las comunidades de una cuenca pueden mejorar su forma de compartir el agua.

### Evaluación

Haga que los estudiantes:

- Analicen sus propios usos directo e indirecto del agua (*Introducción, Paso 1*).
- Definan a los ocho usuarios del agua y los asocien a su vida personal (*Introducción, Paso 3*).
- Discutan las estrategias de cada comunidad para permitir a los ocho usuarios satisfacer las 4C y compartir un río (*Dinámica, Pasos 2 a 7*).
- Discutan de qué manera los retos que afronta una comunidad afectan a otra (*Cierre, Paso 1*).

- Escriban acerca de cómo las ocho categorías de usuarios deben trabajar juntos al utilizar el agua (*Cierre, Paso 4*).

### Extensiones

Escriba en tiras de papel los nombres de los ocho usuarios. Haga que cada grupo saque de dos a cuatro tiras y elimine a esos usuarios del agua de sus grupos respectivos. Repitan la actividad y pregúnteleles qué fue distinto al sortear los obstáculos y pasar el agua a la siguiente comunidad, teniendo menos usuarios. Pídale que enlisten los productos o servicios que se perdieron con los usuarios faltantes, y discutan ese impacto.

Cambie el largo del cordel de algunos usuarios, lo cual indicará una mayor distancia al río o un menor abasto de agua para ellos. Discuta el efecto que esto tiene cuando el equipo intenta cargar la lata.

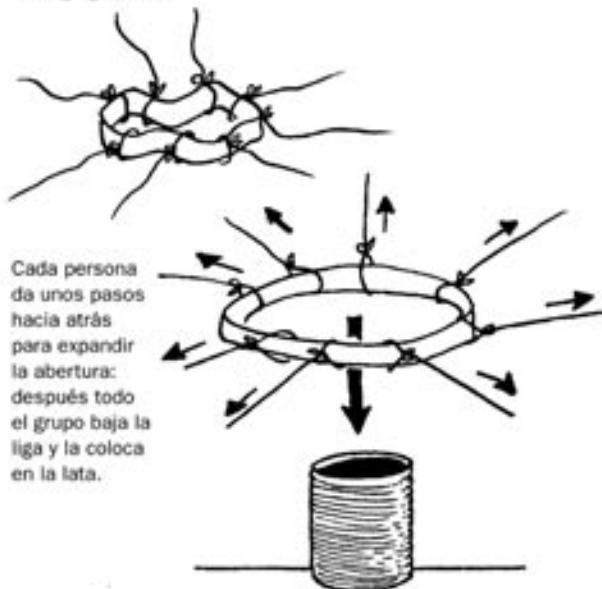
### Otros recursos

Lacoste, Yves, *El agua, la lucha por la vida*, Biblioteca Actual Larousse, s/l, 2003.

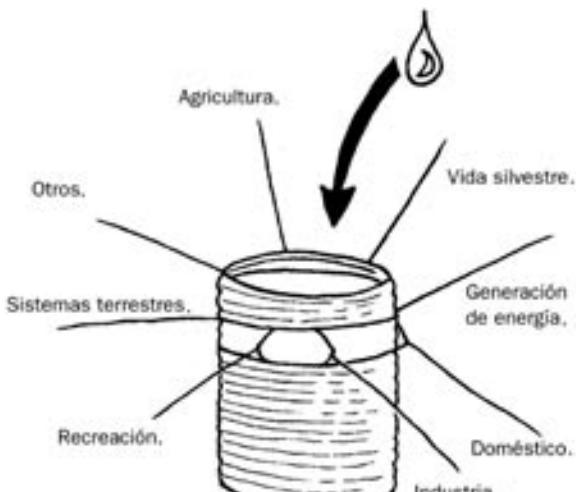
Project WET International Foundation, Discover a Watershed Series, *The Watershed Manager*, Bozeman, 2002.

# Lámina 1 de Uno para todos

1. Ocho cordones atados a una liga grande.



2. Cada persona da unos pasos hacia atrás para expandir la abertura: después todo el grupo baja la liga y la coloca en la lata.

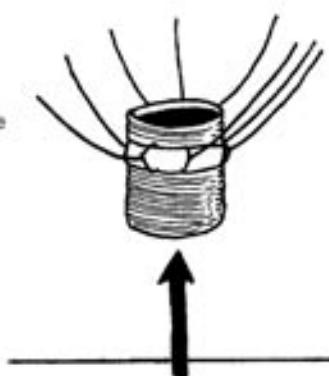


4. A la lata se le pone agua hasta  $\frac{3}{4}$  de su capacidad.

3. Cada persona libera la tensión de su cordón para que la liga quede firmemente colocada alrededor de la lata.



5. Cuidadosamente levanten la lata de agua.



6. Trabajen en equipo para transportar el agua a través de la pista de obstáculos.

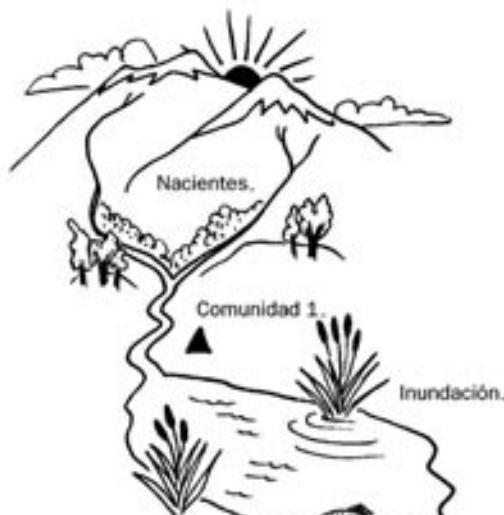


## Lámina 2 de Uno para todos

ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.



Zigzaguear entre sillas.



INUNDACIÓN.



Por encima de la cuerda.

CONTAMINACIÓN.



A través de tiras de papel.

SEQUÍA.



Por debajo de la cuerda.

161

Especies en peligro de extinción.

Desembocadura.



