

---

## Experimento mundial para el Año Internacional de la Química

# ¡Fuera la suciedad, fuera los gérmenes!

Se ofrece aquí una descripción del ejercicio "¡Fuera la suciedad, fuera los gérmenes", en el marco del Experimento Mundial que se está realizando para el Año Internacional de la Química, 2011.

En 1911, cuando Madame Curie aceptó el Premio Nobel de Química, el tratamiento del agua para obtener agua potable limpia e inocua empezaba a ser habitual en muchos lugares de Europa y de América del Norte. En este año, en que celebramos el Año Internacional de la Química, algunas enfermedades transmitidas por el agua, como las fiebres tifoideas o el cólera, no han sido todavía eliminadas, pese a que se dispone de las "herramientas" químicas necesarias. Este ejercicio dará a conocer a los alumnos una de las aplicaciones cruciales de la química, que permite satisfacer una de las necesidades humanas más básicas: agua potable y limpia.

A partir de una muestra de agua natural de procedencia local, los alumnos replicarán como mínimo una de las dos etapas principales del tratamiento de agua potable: clarificación, y desinfección. Los alumnos más pequeños clarificarán una muestra de agua natural, y observarán su desinfección a cargo del profesor. Los estudiantes mayores clarificarán y desinfectarán su muestra de agua natural.

### Índice

- Instrucciones para realizar el ejercicio
- Procedimiento de clarificación del agua
- Procedimiento para el experimento de desinfección
- Hoja de observaciones de los alumnos
- Hoja de resultados de la clase
- Hoja de observaciones de los alumnos (resultados de prueba)
- Información adicional sobre los experimentos
- Elementos didácticos para los alumnos
- Actividades suplementarias

### Envío de resultados a la base de datos mundial

Se enviará a la base de datos la información siguiente. Si los datos sobre la escuela y su ubicación han sido ya enviados en relación con otro de los ejercicios, los resultados deberán quedar vinculados al envío anterior.

Fecha de la toma: \_\_\_\_\_

Masa de agua local: \_\_\_\_\_ (por ejemplo, el río Nilo)

Gotas de blanqueador requeridas para 500 ml de agua: \_\_\_\_\_ (promedio; véase la tabla de conversión de la página 12)

Tipo de agua: \_\_\_\_\_ (agua dulce, salada, de estuario, de mar, etc.)

Temperatura: \_\_\_\_\_

Nombres de archivo de las fotos: \_\_\_\_\_

Nombre de la clase y número de alumnos: \_\_\_\_\_

Número de registro de la escuela: \_\_\_\_\_

## Instrucciones para realizar el ejercicio (Profesor)

La cloración del agua potable es una de las aplicaciones más útiles de la química en nuestra vida cotidiana. Añadiendo pequeñas cantidades de cloro a grandes volúmenes de agua potable ayudamos a destruir los gérmenes, y en particular las bacterias y virus, que tiempo atrás causaban la muerte de miles de personas todos los años. En nuestros días, la adición de cloro al agua potable ha mejorado la salud pública en muchos lugares de nuestro planeta.

Los alumnos, trabajando en grupos pequeños (de 4 a 6 alumnos, o en parejas si su número lo permite), someterán a tratamiento aguas sucias de procedencia local. El experimento consistirá, como mínimo, en una de las principales etapas de tratamiento del agua (clarificación y desinfección), y seguidamente analizarán y enviarán los resultados a la base de datos del Experimento Mundial.

La **clarificación** es el proceso que permite limpiar de residuos sólidos el agua natural o desechada, y consta de cuatro etapas:

1. La **aireación**, que es el primer paso del tratamiento, consiste en añadir aire al agua. Con ello, los gases disueltos en el agua abandonan ésta, y el agua se enriquece en oxígeno.
2. La **coagulación** es el proceso que hace que la suciedad y otras partículas flotantes sólidas se agrupen químicamente en flóculos (grumos de alumbre y sedimento), que pueden ser así eliminados del agua.
3. La **sedimentación** es un proceso que tiene lugar cuando la gravedad atrae los flóculos hacia el fondo del recipiente. Las plantas de tratamiento tienen lechos de sedimentación para recoger los flóculos que van cayendo al fondo, de modo que el agua limpia pueda ser retirada de la parte superior para continuar el proceso.
4. El **filtrado** mediante arena y guijarros elimina la mayoría de las impurezas que quedan en el agua después de la coagulación y la sedimentación.
5. La **desinfección** es un proceso que se utiliza para destruir los gérmenes del agua filtrada. En este ejercicio se utilizará un desinfectante de cloro para destruir químicamente los gérmenes (recomendado para alumnos mayores, o como demostración para los de menor edad).

### Material necesario para la clarificación de agua

- 2 litros de agua natural "sucia" (también puedes añadir 1 taza de polvo o barro a 2 litros de agua)
- Una botella de refresco de dos litros, de plástico, con su tapón (o con un corcho que ajuste bien en la embocadura).
- 2 botellas de refresco de dos litros, de plástico, una de ellas con el fondo cortado para utilizarla como embudo, y la otra con el gollete seccionado, para usarla como recipiente de sedimentación.
- Un vaso de precipitado, grande (con un volumen de 500 ml, o dos tazas), o un recipiente medidor capaz de alojar la botella de dos litros invertida, o bien otra botella de refresco de dos litros, de plástico y con el gollete seccionado, en la que poder encajar la otra botella.
- 2 cucharadas de alumbre
- Una taza y media de arena fina
- Una taza y media de arena gruesa
- Una taza de guijarros pequeños
- Un filtro de café
- Una anilla de goma
- Una cuchara para el alumbre
- Una cuchara grande
- Un reloj con segundero, o un cronómetro

#### Seguridad

Convendrá llevar puestos anteojos de seguridad en todo momento durante el ejercicio.  
El agua no es potable.  
Evítese el contacto directo con el alumbre y con el desinfectante.

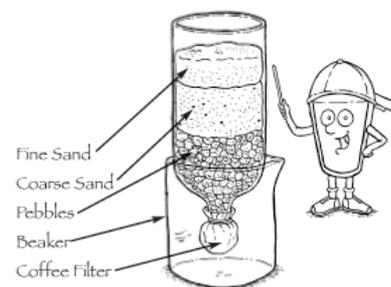
## Procedimiento de clarificación del agua

1. Vierte agua sucia de un pantano, de un río o de un embalse (o la muestra de agua que hayas preparado con agua y suciedad) en la botella de dos litros con tapón. Anota el aspecto y el olor del agua en la hoja de observaciones de los alumnos sobre clarificación de agua.
2. Cierra la botella con el tapón, y sacúdela vigorosamente durante 30 segundos. Sigue aireando el agua: viértela en otra botella o en el vaso de precipitado y, seguidamente, repite el proceso en uno y otro sentido unas diez veces. Al terminar la aireación, los gases habrán escapado (todas las burbujas deberán haber desaparecido). Coloca el agua aireada en la botella que tiene el gollete seccionado.
3. Añade dos cucharadas de alumbre al agua aireada. Agita lentamente la mezcla durante 5 minutos. Describe el aspecto y el olor del agua en la hoja de observaciones de los alumnos sobre clarificación de agua.
4. Deja reposar el agua en su recipiente (como en la foto de la derecha). Obsérvala cada cinco minutos, durante 20 minutos en total. Anota tus observaciones: ¿qué aspecto tiene ahora el agua? Utiliza la hoja de observaciones de los alumnos sobre clarificación de agua para anotar tus observaciones.
5. Construye un filtro con la botella que tiene el fondo recortado, de la manera siguiente (como en la ilustración de la izquierda):



- a. Sujeta el filtro de café a la embocadura de la botella con una anilla de goma. Pon la botella boca abajo, y alójala en un vaso de precipitado o en el fondo recortado de una botella de dos litros. (SI NO USAS UN FONDO RECORTADO, HAZ UN PEQUEÑO AGUJERO A UN LADO PARA QUE EL AIRE PUEDA SALIR). Deposita una capa de guijarros en la botella; el filtro impedirá que se salgan.
- b. Deposita la arena gruesa sobre los guijarros.
- c. Vierte la arena fina sobre la gruesa.
- d. Limpia el filtro haciendo pasar por él, lentamente y con cuidado, 3L (o más) de agua potable limpia. Desecha el agua que haya pasado por el filtro.

6. Cuando haya una cantidad suficiente de sedimento depositada en el fondo de la botella de agua de un pantano, río o embalse, vierte con cuidado -sin remover el sedimento- los primeros dos tercios de esa agua a través del filtro. Recoge el agua filtrada en el vaso de precipitado o en la botella de plástico.
7. Compara el agua tratada con la no tratada. ¿Han cambiado el aspecto y el olor del agua después del tratamiento?



8. Pregúntale a tu profesor si puedes medir también la turbidez del agua "sucia", del agua clarificada y del agua potable de tu casa.
9. **OPCIONAL:** Pon juntas una muestra de agua tratada y otra de agua sin tratar, y hazles una foto para enviarla a la base de datos mundial.

<sup>1</sup> Basado en una práctica del Organismo de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos, descrito en: [http://www.epa.gov/safewater/kids/flash/flash\\_filtration.html](http://www.epa.gov/safewater/kids/flash/flash_filtration.html)

## Procedimiento de desinfección del agua

### ¿Por qué es necesaria la desinfección?

El agua filtrada está ahora limpia de muchas partículas visibles, pero contiene muchos gérmenes vivos invisibles que pueden enfermar a las personas. Las plantas de tratamiento de agua utilizan frecuentemente cloro para destruir los gérmenes dañinos y las partículas pequeñas de materia orgánica. En esta parte del ejercicio mediremos el “cloro disponible sin combinar”, es decir, la cantidad de cloro utilizada para destruir los gérmenes y la materia orgánica del agua. Las plantas de tratamiento de agua añaden el cloro suficiente para destruir los gérmenes, más una pequeña cantidad para neutralizar los gérmenes nuevos que aparezcan antes de que el agua llegue, por ejemplo, a tu casa. Esta pequeña cantidad adicional se denomina “cloro residual”, y es posible detectarla utilizando tiras de prueba de cloro.

### Material necesario para la desinfección de agua

- Blanqueador de lavadoras líquido (hipoclorito de sodio)

**COMPRUEBA** la concentración de blanqueador - Consulta la tabla de conversión de blanqueadores de la página 12.

- Aproximadamente 10 tiras de pruebas de cloro
- Un dispensador de gotas o una pipeta desechable
- Una cuchara grande
- Un reloj con segundero, o un cronómetro

#### Seguridad

Convenirá llevar puestos anteojos de seguridad en todo momento durante el ejercicio.

El agua no es potable.

Evítese el contacto directo con el blanqueador.

Podrán realizar este ejercicio los alumnos de enseñanza media de segundo nivel. Para las clases de primer nivel se recomienda realizar demostraciones.

### Procedimiento para la desinfección de agua

1. Sumerge la tira de prueba de cloro en 500 ml (dos tazas, aproximadamente) del líquido claro obtenido del filtrado, y utiliza la tabla de colores para estimar el contenido de cloro "disponible sin combinar" en el líquido. Anota el contenido de cloro del agua filtrada en la tabla que aparece en la hoja de resultados de los alumnos sobre desinfección de agua.
2. Añade 2 gotas de blanqueador al líquido filtrado, agita suavemente durante 5 segundos, y repite inmediatamente la lectura de la tira de prueba. Anota los resultados en la tabla. Sigue añadiendo 2 gotas cada vez, y anota el número de gotas añadidas hasta que la tira de prueba indique la presencia de cloro. A medida que añades blanqueador al agua filtrada, el cloro que contiene va destruyendo los gérmenes nocivos, por lo que será necesario añadir unas cuantas gotas antes de poder observar algún residuo de cloro.
3. Una vez que has observado algún residuo de cloro, aguarda 10 minutos sin añadir más blanqueador, y anota nuevamente el contenido de cloro disponible sin combinar.
4. Si el residuo de cloro desaparece al cabo de 10 minutos, añade dos gotas más y asegúrate de que es posible medir un contenido de cloro de de 1 a 3 partes por millón, como mínimo, 10 minutos después de haber añadido el cloro. (Si después de añadir 2 gotas y dejar transcurrir 10 minutos no observas ningún residuo de cloro, aumenta en 2 el número de gotas, hasta llegar a 4. Aguarda 10 minutos, y seguidamente comprueba si hay residuo de cloro. Si no lo hay todavía, aumenta hasta seis gotas, y así sucesivamente, hasta que observes algún residuo de cloro después de 10 minutos). En ese momento, habrás añadido cloro suficiente para destruir muchos de los gérmenes del agua, quedando todavía un pequeño excedente de cloro.
5. Calcula el número total de gotas que has utilizado para la desinfección, y comunícalo para que forme parte del promedio de toda la clase.

## Hoja de observaciones de los alumnos

### Clarificación de agua

(Anota en la tabla siguiente los resultados obtenidos con el agua 'sucia').

Fecha de toma de la muestra de agua	
Temperatura del agua en el momento de la toma	
Tipo de agua: dulce (de estanque, río, arroyo o pantano) o de estuario	
Indica de dónde has tomado el agua	

### Aspecto del agua

Aspecto y olor antes del tratamiento	
Aspecto después de la aireación	
5 minutos después de añadir el alumbre	
10 minutos después de añadir el alumbre	
15 minutos después de añadir el alumbre	
20 minutos después de añadir el alumbre	
Aspecto y olor después del filtrado	

## Desinfección de agua

(Para este ejercicio utiliza 500 mL del agua que has filtrado).

Blanqueador añadido	Cloro disponible sin combinar		
	Número de gotas	Color de la tira de prueba de cloro	Cloro disponible sin combinar/partes por millón
Sin blanqueador	0		
Número de gotas añadidas hasta que aparece un residuo de blanqueador (Paso 2)			
Después de 10 minutos (Paso 3)	0		
Número de gotas necesarias para obtener un residuo de cloro después de 10 minutos. (Paso 4)			
Número total de gotas			

## Conclusiones

1. Compara el agua tratada con la no tratada. ¿Han cambiado su aspecto y su olor después del tratamiento?
2. ¿Te parece que el agua clarificada es potable? Razona tu respuesta.
3. ¿Te parece que el agua filtrada y desinfectada es ahora más apta para beber? Razona tu respuesta.

## Hoja de resultados de la clase

NOMBRE DE LA ESCUELA: \_\_\_\_\_

LUGAR DE LA ESCUELA: \_\_\_\_\_

Número del grupo	Tipo de agua	Descripción de la masa de agua	Promedio de gotas de blanqueador añadidas*
1			
2			
3			
4			
5			
<b>Promedio</b>			
<b>Conversión de la concentración (en caso necesario, consulta la tabla de la página 12)</b>			

### Mediciones de muestras de otras procedencias


### Fotografías de la muestra de agua (paso 9 del proceso de clarificación)

<b>Nombres de archivo</b>		
---------------------------	--	--

## Hoja de observaciones (*Resultados de prueba*)

### Clarificación de agua

(Anota en la tabla siguiente los resultados obtenidos con el agua 'sucia').

Fecha de toma de la muestra de agua	3 de octubre de 2010
Temperatura del agua en el momento de la toma	24 °C
Tipo de agua: dulce (de estanque, de río, de arroyo, etc.) o de estuarino	Dulce, de pantano
Indica de dónde has tomado el agua	De un humedal adyacente a Rock Creek en Rockville, Maryland, Estados Unidos

### Aspecto del agua

Aspecto y olor antes del tratamiento	Sucia, con pequeñas partículas apreciables a simple vista; olor sulfuroso.
Aspecto después de la aireación	Menos sucia que al principio; pueden verse grumos de sedimento en suspensión.
5 minutos después de añadir el alumbre	Mucho más limpia que al principio, con menos grumos de sedimento suspendido, algunos restos vegetales flotando en la superficie, y unos cuantos organismos muy pequeños nadando.
10 minutos después de añadir el alumbre	Sigue aclarándose; se ha depositado más sedimento; hay todavía algunos restos vegetales flotando en la superficie. Algunos de los organismos más pequeños han dejado de nadar; otros aún siguen ahí.
15 minutos después de añadir el alumbre	No ha habido más cambios apreciables durante 10 minutos.
20 minutos después de añadir el alumbre	No ha habido cambios apreciables durante 10 minutos
Aspecto y olor después del filtrado	Líquido de color marrón claro; todavía huele.

## Desinfección de agua

(Utiliza 500 mL de tu **agua filtrada** para este ejercicio).

Blanqueador añadido	Cloro disponible sin combinar		
	Número de gotas	Color de la tira de prueba de cloro	Cloro disponible sin combinar/partes por millón
Sin blanqueador	0		0
Número de gotas añadidas hasta que se aprecia un residuo de blanqueador (Paso 2)	4		1.0
Después de 10 minutos (Paso 3)	0		0
Número de gotas necesarias para que haya un residuo de cloro después de 10 minutos. (Paso 4)	18		1.0
Número total de gotas	22		1.0

## Conclusiones

1. Compara el agua tratada con la no tratada. ¿Qué cambios observas en el aspecto y en el olor del agua?

*Después del tratamiento el agua está limpia, y el olor ha desaparecido casi completamente.*

2. ¿Te parece ahora que el agua clarificada es apta para beber? Razona tu respuesta.

*No creo que el agua sea completamente potable todavía. Me parece que contiene todavía gérmenes, que se multiplicarán con el paso del tiempo.*

3. ¿Te parece que el agua filtrada y desinfectada es más apta para beber? Razona tu respuesta.

*El agua debería ser ahora más apta para beber, porque hay ya una parte del blanqueador que no surte efecto. Pero yo no la beberé, porque esto es un experimento en el laboratorio de la escuela, y no un lugar donde se preparen alimentos.*

## Hoja de resultados de la clase

NOMBRE DE LA ESCUELA: Escuela primaria de Rocky Park

LUGAR DE LA ESCUELA: Rockville, MD  
ESTADOS UNIDOS

Número de grupo	Tipo de agua	Descripción de la masa de agua	Promedio de gotas de blanqueador añadidas*
1	Pantano	Humedal de Rock Creek	22
2	Pantano	Humedal de Rock Creek	24
3	Pantano	Humedal de Rock Creek	22
4	Pantano	Humedal de Rock Creek	18
5	Pantano	Humedal de Rock Creek	18
<b>Promedio</b>			<b>21</b>
Conversión de la concentración (consulta en caso necesario la tabla de la página 12)			No es necesario

### Mediciones de muestras de otra procedencia

	Agua de río	Rock Creek, cerca de Parkvale Road, Rockville, MD	7
	Agua de manantial	Manantial en las montañas cercanas	2
	Agua de estanque	Estanque situado junto a la escuela, cerca del jardín	10
	Agua corriente de casa	De la casa del profesor, en Bethesda	0

### Fotografías de la muestra de agua

<b>Nombre de archivo</b>	RockyPark - sin filtrar	RockyPark - filtrada
--------------------------	-------------------------	----------------------

\*Esta cifra es un promedio, por lo que el resultado no tiene por qué ser un número par.

Ejemplo de agua de un río: Cuatro grupos de la escuela comunicaron un número mínimo de 7, 6, 8 y 8 gotas, respectivamente. El promedio numérico es 7,25, pero la cifra representativa, que es la que tenemos que notificar, serán 7 gotas.

## *Información adicional sobre los experimentos*

### **Precauciones de seguridad**

Convendrá llevar puestos en todo momento anteojos de seguridad durante los ejercicios. Hay que insistir en que ni el agua clarificada ni la desinfectada serán aptas para ser bebidas o probadas. Los estudiantes deberán tener presente esta circunstancia desde el comienzo. Se evitará el contacto con las sustancias sólidas (alumbre e hipoclorito). El blanqueador de lavadora deberá ser utilizado con precaución.

### **Lista de material y equipo**

#### **Material necesario para la clarificación de agua**

1. 2 litros de agua natural "sucia". Puedes recogerla de un arroyo, de un estanque, de un río o de un pantano (o puedes añadir 1 taza de polvo o barro a 2 litros de agua). No recojas agua "limpia"; deberá estar turbia.
2. Una botella de refresco de dos litros, de plástico, con su tapón (o con un tapón de corcho que ajuste en la embocadura).
3. 2 botellas de refresco de dos litros, de plástico, una de ellas con el fondo recortado para utilizarla como embudo, y la otra con el gollete seccionado para utilizarla como recipiente de sedimentación.
4. Un vaso de precipitado, grande (con un volumen de 500 ml, o 2 tazas), o un recipiente medidor capaz de alojar la botella de dos litros invertida, aunque se podrá utilizar también otra botella de refresco de dos litros, de plástico y con el gollete seccionado, de tal modo que la otra botella encaje en ella.
5. Una cucharada de alumbre
6. Una taza y media de arena fina (de las áreas de recreo, de la playa o de una obra)
7. Una taza y media de arena gruesa (arena de múltiples usos)
8. Una taza de guijarros (lavados; las piedritas de colores naturales de los acuarios son las mejores)
9. Un filtro de café
10. Una anilla de goma
11. Una Cuchara grande (para el alumbre)
12. Una Cuchara grande (para remover)
13. Un reloj con segundero, o un cronómetro

#### **Notas sobre la adquisición de material:**

1. Muestras de agua: Pueden recogerse en botellas de plástico o en otro recipiente apropiado. Para poder compararlas con las de agua tratada, lo más apropiado sería que estuvieran hechas de un material transparente.

La muestra de agua local que se envíe a la base de datos del Experimento Mundial puede provenir de un río, un lago, un estanque grande o un estuario. Este ejercicio no es apropiado para el agua de mar. No recojas agua 'limpia'; deberá estar turbia. Sácala justo de debajo de la superficie del agua. Trata de que la procedencia sea reconocible por los alumnos de otras escuelas, para que puedan compararla. Recoge la muestra de agua lo más tarde posible antes de que comience el ejercicio.

2. El alumbre (sulfato de aluminio potasio) es fácil de conseguir y no es caro. En algunos países se puede comprar en los supermercados, en la sección de especias. En otros, lo podrás comprar en la farmacia. El kit económico contiene alumbre.
3. Aunque en el procedimiento de clarificación se especifica que hay que utilizar botellas de refresco de 2 L, podrán servir también botellas más pequeñas.
4. Aunque la arena fina de las áreas de recreo o de las piscinas sería ideal, será posible sustituirla por la que se utiliza para lucir paredes.
5. La arena de múltiples usos deberá ser de grano mayor; podrá servir la arena utilizada para las mezclas de cemento.
6. Las piedritas de los acuarios pueden ser sustituidas por guijarros naturales de 1 a 2 cm de diámetro aproximadamente.
7. Si se utiliza el kit económico, el filtrado se hará con un embudo y papel de filtro. El profesor relacionará ese proceso con el filtrado mediante arena.

### Material necesario para la desinfección de agua

- Blanqueador de cloro de lavadora (una solución de hipoclorito de sodio al 6%, aproximadamente - véase la tabla de conversión de blanqueadores si la dilución fuera superior al 6%)
- 10 tiras de prueba de cloro (aproximadamente)
- Un dispensador de gotas
- Una cuchara grande (para remover)
- Un reloj con segundero, o un cronómetro

### Notas sobre el material

**Tiras de prueba de cloro:** Para este ejercicio se podrán utilizar tiras de prueba de las habitualmente utilizadas en las piscinas, que miden el cloro disponible sin combinar (y, por lo general, también el pH). Los alumnos sumergirán en el agua la tira de prueba, y seguidamente aguardarán 15 segundos antes de cotejar el color del recuadro correspondiente de la tira de prueba con la tabla de colores del cloro sin combinar. Se necesitarán 10 tiras de prueba aproximadamente.

**Tabla de conversión de blanqueadores** (Para concentraciones de blanqueador inferiores a 5-6%): Las concentraciones del blanqueador de lavadora variarán según el lugar. Para que los resultados que envíes al sitio web del Año Internacional de la Química sean comparables, utiliza la tabla de conversión siguiente:

Tu valor de concentración de blanqueador	Antes de enviar los datos, dividir el número de gotas por...
5-6%	1
4%	1.5
3%	2
2%	3
1%	6

## Recursos en línea

[Water Science and Technology For Students and Educators](#) (US Environmental Protection Agency)

[Water Treatment Process](#) (U.S. EPA)

[A Public Health Giant Step: Chlorination of U.S. Drinking Water](#) (Water Quality & Health Council)

[Water Science for Schools](#) (U.S. Geologic Survey)

[Chlorine Chemistry: Essential to Health in the Developing World](#) (American Chemistry Council)

The Secret Life of Bleach YouTube video (Google title) (American Chemistry Council)

## Elementos didácticos para los alumnos

### Conocimiento práctico de los procesos científicos

- Observación y comparación del aspecto del agua tratada y no tratada.
- Medición del cloro disponible sin combinar en datos cuantitativos mediante métodos de concordancia de colores.
- Anotación de los datos y observaciones científicos en la forma apropiada.
- Interpretación de los datos en términos del entorno y de la naturaleza del agua utilizada.
- Planteamiento de preguntas científicas sobre el tratamiento del agua y el agua en el medio ambiente.
- Realización de investigaciones científicas mediante selección y control de variables.

### Conocimientos generales de química

- La aireación como medio para el tratamiento del agua: el papel del oxígeno.
- La coagulación como recurso químico para clarificar el agua.
- El filtrado como recurso físico para clarificar el agua.
- Reacciones químicas que conllevan la cloración del agua.
- Papel desempeñado por los indicadores de cloro.

### Elementos didácticos para las clases de enseñanza primaria

En las escuelas de enseñanza primaria, este ejercicio constituye una excelente oportunidad para que los alumnos aprendan a utilizar un equipo simple y a anotar sus observaciones. No es necesario un tratamiento cuantitativo de los datos; si la desinfección se hiciera con carácter de demostración, el profesor podrá ayudar en el manejo de los datos.

El tratamiento del agua es una de las ideas químicas más importantes, que deberán estar fundamentadas en las experiencias de los alumnos con el agua potable y con las enfermedades transmitidas por el agua.

Constituye un buen ejemplo que permite distinguir entre procesos físicos y químicos, y una de las primeras experiencias de los alumnos con los procesos de filtrado.

Los alumnos aprenderán que el agua clara (como la filtrada en el experimento) no es necesariamente apta para beber.

## Elementos didácticos para las escuelas de enseñanza media de primer grado

Además de los elementos didácticos indicados para la enseñanza primaria, podrá incluirse aquí el papel desempeñado por la aireación. Podrá ofrecerse una explicación más detallada de la coagulación, como proceso químico, y del filtrado, como proceso físico.

## Elementos didácticos para las escuelas de enseñanza media de segundo nivel

Podrán explicarse las propiedades del cloro, el papel que desempeñan el sodio o el hipoclorito de calcio, y la relación entre los experimentos y el tratamiento industrial del agua.

# Actividades suplementarias

## Medición de la turbidez (recomendado para alumnos de todas las edades)

### Material necesario

- Una linterna.
- Un vaso de fondo llano.
- Muestras de agua sin filtrar (el agua original sin tratar), de agua filtrada (la obtenida de la clarificación) y de agua corriente del hogar.

### Procedimiento

1. Vierte volúmenes iguales de agua potable sin filtrar, filtrada y corriente en un vaso transparente de fondo llano.
2. Lleva los vasos de agua a una habitación oscura, y colócalos sobre una superficie plana.
3. Coloca la linterna a un lado de cada recipiente, y envía un haz de luz a través de cada una de las muestras. Observa la trayectoria del haz.
4. ¿Qué diferencias hay entre la trayectoria del haz en el agua filtrada y en el agua sin filtrar?  
¿Qué diferencias hay entre el agua filtrada y el agua corriente?
5. Desecha ahora la mitad del agua filtrada, y sustitúyela por agua corriente de casa. Examina el efecto de la luz de la linterna atravesando el vaso. ¿Cuántas veces debes diluir el agua hasta no apreciar ninguna diferencia entre la filtrada y la corriente?

## Otras sugerencias (recomendado para alumnos mayores)

Estos ejercicios ofrecen a los alumnos la oportunidad de profundizar en sus conocimientos del tratamiento de agua.

- Variación del cloro sin combinar - Medición de la variación del cloro sin combinar en el agua de una piscina en situaciones habituales: por ejemplo, cambios de temperatura, después de llover, etc..
- Variación del cloro sin combinar - Observación del cloro sin combinar en el agua potable de casa durante un cierto tiempo (en las áreas urbanas debería observarse una variación muy pequeña).
- Papel desempeñado por las sales metálicas en la coagulación - El ión  $Al^{3+}$ .