



Guía docente

Laboratorio del agua



Características

Edades: **ESO y Bachillerato**

Idioma: **Castellano**

Duración: **90 minutos**

Espacio: **Aula o laboratorio**

Alumnos: **25-30**

Recursos materiales necesarios: **proyector, grifo con agua en el aula, material de laboratorio**



Objetivos

- ✓ Conocer los principales aspectos relacionados con la gestión del agua. El ciclo integral del agua.
- ✓ Aplicar técnicas de laboratorio relacionadas con el tratamiento y control de la calidad del agua.
- ✓ Sensibilizar sobre un uso responsable del agua.



Desarrollo de la actividad

Disponer de un acceso fácil al agua, así como que la misma posea una calidad adecuada al uso que se le va a dar, es una de las premisas que toda población debe asegurar para su correcto desarrollo económico, social y ambiental. Para conseguirlo, el ser humano ha desarrollado una serie de instalaciones para la captación, tratamiento, distribución y depuración del agua, que todas ellas conforman lo que se conoce como ciclo integral del agua.

La gestión del agua implica llevar un estricto control de los parámetros de calidad del agua en cada una de las instalaciones del ciclo integral, lo que conlleva a su vez, conocer bien las propiedades físico-químicas del agua, pues en base a algunas de ellas se diseñarán los distintos tratamientos que tienen lugar en las instalaciones.

La actividad consta de 6 experimentos a través de los cuales, el alumno conocerá cuáles son las principales propiedades físico-químicas que se tienen en cuenta en el ciclo integral y pondrá en práctica diversos análisis que tienen lugar en los laboratorios de las potabilizadoras y depuradoras para controlar la calidad el agua.

El desarrollo de la actividad:

- 1 Introducción.** En la que se tratarán contenidos relativos al ciclo integral del agua, las propiedades físico-químicas del agua y el trabajo en el laboratorio.

2 Realización de los experimentos. A continuación los alumnos se dividirán en grupos de trabajo (de no más de 5 alumnos a ser posible) y se repartirán por el aula del laboratorio para llevar a cabo los experimentos. Se seguirá un sistema de rotación. Cada grupo realizará de 2 a 3 experimentos diferentes y será responsable de la presentación de uno de ellos al resto de compañeros durante las conclusiones. Los experimentos que se proponen se basan en el método científico para obtener conclusiones a partir de la observación y la experimentación.

Los alumnos disponen de una ficha de resultados (Anexo II) donde anotarán los resultados obtenidos de cada experimento y responderán a unas cuestiones.

3 Conclusión. Una vez que realizados los experimentos, se hará una **puesta en común** de los resultados, siendo cada grupo responsable de presentar las conclusiones de un experimento. Posteriormente, en relación a los temas tratados en la introducción y la experimentación, y a modo de conclusión, se incidirá sobre la importancia de buenas prácticas en el uso del agua a fin de evitar verter sustancias que puedan dificultar su tratamiento.

REALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS:

Para la realización de los experimentos se seguirá el siguiente protocolo de trabajo:

- ✓ Lectura del objetivo del experimento
- ✓ Comprobación del material necesario
- ✓ Desarrollo del experimento paso a paso según las instrucciones de la ficha
- ✓ Limpieza del material
- ✓ Reflexión y conclusiones

Los experimentos a realizar se encuentran descritos en el Anexo I.

Experimento 1: Tensión superficial y solubilidad del agua

Experimento 2: Sólidos en suspensión

Experimento 3: Conductividad

Experimento 4: Determinación de pH

Experimento 5: Nitratos/Fosfatos

Experimento 6: Cloro libre/Cloro total



Material complementario

-
- ✓ Anexo I. Instrucciones experimentos
 - ✓ Anexo II. Fichas de resultados



Anexo I

Instrucciones experimentos

- ✓ Experimento 1: Tensión superficial y solubilidad del agua
- ✓ Experimento 2: Sólidos en suspensión
- ✓ Experimento 3: Conductividad
- ✓ Experimento 4: Determinación de pH
- ✓ Experimento 5: Nitratos/Fosfatos
- ✓ Experimento 6: Cloro libre/Cloro total



Experimento 1

Tensión superficial y solubilidad del agua

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA

¿Qué vamos a hacer?

- ✓ Observar el comportamiento de dos sustancias que no se mezclan entre sí: agua y aceite.
- ✓ Comprobar cuál es la mejor técnica para eliminar el aceite del agua residual que llega a una depuradora.

¿Qué necesitamos?

- ✓ Agua del grifo
- ✓ Aceite
- ✓ Detergente
- ✓ 1 espátula
- ✓ 1 vaso de precipitados
- ✓ 1 embudo de decantación
- ✓ Recipiente para gestionar los residuos
- ✓ Papel para secar

Pasos a seguir:

1ª PARTE: TENSIÓN SUPERFICIAL. COMPORTAMIENTO DEL AGUA Y EL ACEITE

1. Coger el vaso de precipitados y llenarlo con 100 ml de agua del grifo.
2. Añadir 2 gotas de aceite y observar su comportamiento.
3. A continuación, añadir 1 gota de detergente al agua.
4. Observar el comportamiento de la gota de aceite y responder a la pregunta 1 de la Ficha de resultados. Experimento 1.
5. Verter el contenido del vaso en el recipiente de residuos del aceite.
6. Limpiar el material para la segunda parte.

Dar la vuelta a la hoja para continuar con el experimento.





2ª. PARTE: SOLUBILIDAD. ¿CÓMO SEPARAR AGUA Y ACEITE?

Vamos a experimentar dos técnicas para separar la mezcla agua + aceite.

Técnica de flotación

1. Coger el vaso de precipitados y llenarlo con 100 ml de agua. Añadir 25 gotas de aceite.
2. Remover con la espátula y esperar hasta que aparezcan las dos fases.
3. Quitar el aceite con ayuda de la espátula. El aceite que se elimine se depositará en el papel de secar.
4. Contestar a la pregunta 2 de la Ficha de resultados. Experimento 1.
5. Verter el contenido del vaso en el recipiente de residuos.
6. Limpiar el vaso de precipitados para la siguiente técnica.

Técnica de decantación

1. Coger el vaso de precipitados y llenarlo con 100 ml de agua. Añadir 25 gotas de aceite.
2. Coger el embudo de decantación y comprobar que la llave está cerrada (posición horizontal).
3. Verter el contenido del vaso en el embudo de decantación. Poner el tapón y agitar ligeramente.
4. Dejar de agitar y esperar hasta que aparezcan las dos fases.
5. Quitar el tapón del embudo y abrir la llave para separar los dos componentes de la mezcla. El agua se recoge en el vaso de precipitados, cerrar la llave cuando vaya a salir el aceite y recoger el aceite en el bote de residuos abriendo de nuevo la llave de paso.
6. Contestar a la pregunta 3 de la Ficha de resultados. Experimento 1.
7. Verter el contenido del vaso en el recipiente de residuos del aceite.

¡No olvidéis limpiar el material para que esté disponible para el grupo siguiente!



Experimento 2

Sólidos en suspensión

PARÁMETROS DE CONTROL EN ESTACIONES DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

¿Qué vamos a hacer?

- ✓ Medir la cantidad de sólidos en suspensión que se encuentran en dos muestras de agua: una de entrada y otra de salida de una depuradora.
- ✓ Determinar si el proceso de depuración ha funcionado correctamente en función de los resultados obtenidos.

¿Qué necesitamos?

- ✓ Muestra de agua de entrada (E) a la depuradora
- ✓ Muestra de agua de salida (S) de la depuradora
- ✓ Balanza de precisión
- ✓ 1 espátula
- ✓ 1 pinza
- ✓ 2 papeles de filtro
- ✓ 1 kitasato
- ✓ 1 embudo filtrante
- ✓ 1 jeringa para vacío
- ✓ 1 vidrio de reloj
- ✓ 1 pipeta
- ✓ 1 vaso de precipitados con agua del grifo

Pasos a seguir:

Hay que realizar todos los pasos primero con la muestra de entrada (E) y después con la de salida (S).

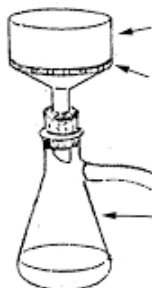
1. Encender la balanza. Depositar el vidrio de reloj en ella.
2. Humedecer el disco de papel con agua dejándolo sobre la mesa y utilizando la pipeta y el vaso de precipitados con el agua del grifo. A continuación depositar el papel encima del vidrio de reloj que está en la balanza y pulsar el botón Tare.

Dar la vuelta a la hoja para continuar con el experimento.





3. Montar el equipo de filtración según el siguiente dibujo:



4. Con ayuda de las pinzas, colocar el disco de papel de filtro anterior en el embudo del kit de filtración.
5. Remover con la espátula la muestra de agua de entrada a la depuradora y verter la mitad en el embudo. Remover de nuevo hasta que todos los sólidos en suspensión estén en movimiento y en ese momento verter todo el contenido en el embudo arrastrando los restos de sólidos con ayuda de la espátula.
6. Con ayuda de un compañero: sujetar el kitasato y presionar el embudo hacia abajo para asegurarnos de que no entra aire. Con cuidado, aspirar con la jeringa para acelerar la filtración. Si la jeringuilla no entra en la boquilla del kitasato no intentar meterla, sólo apoyarla en la boquilla, para evitar romper el kitasato.
7. Una vez filtrada la muestra, pesar el disco con los residuos retenidos y anotar el peso en la Ficha de resultados. Experimento 2. Entrada.
8. Realizar todos los pasos de nuevo, pero con la muestra de agua de salida (S).
9. Responde a las preguntas de la Ficha de resultados. Experimento 2

¡No olvidéis limpiar el material para que esté disponible para el grupo siguiente!



Experimento 3

Conductividad

PARÁMETROS DE CONTROL EN ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES

¿Qué vamos a hacer?

- ✓ Determinar la cantidad de sales disueltas en una muestra de agua mediante el análisis de la conductividad del agua.
- ✓ Determinar cuál de las muestras de agua es apta para el consumo humano según los valores de conductividad obtenidos.

¿Qué necesitamos?

- ✓ 1 vaso de precipitados con agua destilada
- ✓ 3 vasos de precipitados con muestras de agua (A), (B) y (C)
- ✓ 1 conductímetro portátil

Pasos a seguir:

El **vaso de precipitados** con **agua destilada** se utilizará **para limpiar el sensor del conductímetro** al cambiar de la muestra A a la B y de la B a la C. Las unidades se expresan en microSiemens (μS).

Si al realizar la medición apareciera en la pantalla la siguiente imagen, cambiar la escala a 20-200 mS (miliSiemens).



Realizar las medidas en el orden descrito a continuación:

1. Encender el conductímetro y comprobar que se encuentra en la posición de 0-200 μS (microSiemens).
2. Sumergir el sensor del conductímetro en la muestra de agua (A), esperar 10 segundos a que se estabilice y anotar el resultado en la Ficha de Resultados. Experimento 3. Repetir este paso dos veces más.
3. Limpiar el sensor del conductímetro con el agua destilada.

Dar la vuelta a la hoja para continuar con el experimento.





4. Sumergir el sensor del conductímetro en la muestra de agua (B) esperar 10 segundos a que se estabilice y anotar el resultado en la Ficha de Resultados. Experimento 3. Repetir este paso, dos veces más.
5. Limpiar el sensor del conductímetro con el agua destilada.
6. Sumergir el sensor del conductímetro en la muestra de agua (C) esperar 10 segundos a que se estabilice y anotar el resultado en la Ficha de Resultados. Experimento 3. Repetir este paso dos veces más.
7. Contestar a las preguntas 1 y 2 de la Ficha de Resultados. Experimento 3.

¡No olvidéis limpiar el material para que esté disponible para el grupo siguiente!



Experimento 4

Determinación de pH

PARÁMETROS DE CONTROL EN ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES Y RESIDUALES

¿Qué vamos a hacer?

- ✓ Determinar la acidez o basicidad de 4 muestras de agua diferentes.
- ✓ Determinar según los valores de pH de dos muestras (de una depuradora y una potabilizadora) si se cumple con la ley de calidad de aguas.

¿Qué necesitamos?

- ✓ Muestra A en un tubo de ensayo
- ✓ Muestra B en un tubo de ensayo
- ✓ Muestra C en un tubo de ensayo
- ✓ Muestra D en un tubo de ensayo
- ✓ Tiras colorimétricas de pH
- ✓ Tabla colorimétrica

Pasos a seguir:

1ª PARTE:

1. Introducir una tira colorimétrica de pH en la muestra A durante 1 segundo sujetando con los dedos e inclinando un poco la muestra si fuera necesario. Sacarla y observar el cambio de color. Anotarlo en la Ficha de resultados. Experimento 4.
2. Introducir una tira colorimétrica de pH en la muestra B durante 1 segundo. Sacarla y observar el cambio de color. Anotarlo en la hoja de resultados.
3. Introducir una tira colorimétrica de pH en la muestra C durante 1 segundo. Sacarla y observar el cambio de color. Anotarlo en la hoja de resultados.
4. Introducir una tira colorimétrica de pH en la muestra D durante 1 segundo. Sacarla y observar el cambio de color. Anotarlo en la hoja de resultados.
5. Ordenar las muestras de pH más ácido a pH más básico.

Dar la vuelta a la hoja para continuar con el experimento.





2ª PARTE:

1. Observar los valores de pH obtenido para las muestras A y B y teniendo en cuenta los valores de pH facilitados por los técnicos expertos, responder a las cuestiones de la Ficha de resultados. Experimento 4.

¡No olvidéis limpiar el material para que esté disponible para el grupo siguiente!



Experimento 5

Nitratos y Fosfatos

PARÁMETROS DE CONTROL EN ESTACIONES DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

¿Qué vamos a hacer?

- ✓ Medir la cantidad de nitratos y fosfatos que se encuentran en dos muestras de agua: una de entrada y otra de salida de una depuradora.
- ✓ Determinar si el proceso de depuración ha funcionado correctamente en función de los resultados obtenidos.

¿Qué necesitamos?

- ✓ Recipiente para gestionar los residuos
- ✓ 2 Tablas de colores (una de nitratos y otra de fosfatos)

Kit análisis muestra agua de entrada (E). Compuesto de:

- ✓ Muestra de agua de entrada (E) a la depuradora
- ✓ 1 tubo de ensayo con tapón para análisis de nitratos (N)
- ✓ 1 tubo de ensayo con tapón para análisis de fosfatos (P)
- ✓ 2 pipetas Pasteur
- ✓ Pastillas (reactivo) para análisis de nitratos 1 y 2
- ✓ Pastilla (reactivo) para análisis de fosfatos

Kit de muestra agua de salida (S). Compuesto de:

- ✓ 1 tubo de ensayo con la muestra de nitratos (N)
- ✓ 1 tubo de ensayo con la muestra de fosfatos (P)

Dar la vuelta a la hoja para continuar con el experimento.





Pasos a seguir:

ANÁLISIS NITRATOS (N)

1. Con la pipeta, llenar el tubo de ensayo (N) con la muestra de agua **de entrada** a la depuradora, hasta la marca de 5 ml.
2. Añadir la pastilla para análisis de nitratos 1 (con las letras en rojo).
3. Tapar y mezclar hasta que la pastilla se disuelva.
4. A continuación añadir la pastilla de nitratos 2 (con las letras moradas).
5. Tapar y mezclar hasta que la pastilla se disuelva.
6. Esperar 5 minutos.
7. Comparar el color de la muestra con la tabla de color de nitratos y anotar el resultado (en ppm) en la Ficha de resultados. Experimento 5.
8. Vaciar el contenido del tubo en el recipiente de residuos y limpiar con agua (sin usar jabón) el tubo.
9. Observar ahora el tubo de ensayo con la muestra de agua **de salida** de la depuradora. Comparar el color de la muestra con la tabla de color de nitratos y anotar el resultado (en ppm) en la Ficha de resultados. Experimento 5.

ANÁLISIS FOSFATOS (P)

1. Con la pipeta, llenar el tubo de ensayo (P) con la muestra de agua **de entrada** a la depuradora, hasta la marca de 5 ml.
2. Añadir la pastilla para análisis de fosfatos (con las letras en azul).
3. Tapar y mezclar hasta que la pastilla se disuelva.
4. Esperar 5 minutos.
5. Comparar el color de la muestra con la tabla de color de fosfatos y anotar el resultado (en ppm) en la Ficha de resultados. Experimento 5.
6. Vaciar el contenido del tubo en el recipiente de residuos y limpiar con agua (sin usar jabón) el tubo.
7. Observar ahora el tubo de ensayo con la muestra de agua **de salida** de la depuradora. Comparar el color de la muestra con la tabla de color de fosfatos y anotar el resultado (en ppm) en la Ficha de resultados. Experimento 5.

¡No olvidéis limpiar el material para que esté disponible para el grupo siguiente!



Experimento 6

Cloro libre / Cloro total

PARÁMETROS DE CONTROL EN ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES

¿Qué vamos a hacer?

- ✓ Calcular la concentración de cloro en una muestra de agua potable mediante 2 métodos diferentes.
- ✓ Determinar si el agua analizada es apta para el consumo humano.

¿Qué necesitamos?

- ✓ 1 vaso con agua del grifo
- ✓ 1 pipeta Pasteur
- ✓ 1 tubo de ensayo pequeño con tapón
- ✓ 1 tubo de ensayo grande con tapón
- ✓ 1 pastilla para análisis de cloro DPD1
- ✓ 1 pastilla para análisis de cloro DPD3
- ✓ 1 pastilla para análisis de cloro DPD4
- ✓ 1 tabla de colores
- ✓ 1 colorímetro

Pasos a seguir:

Seguid atentamente los pasos y en el orden indicado. Las unidades de medida son mg/l o ppm (unidades equivalentes entre sí).

MÉTODO 1: DETERMINACIÓN DEL CLORO TOTAL CON TABLA COLORIMÉTRICA

1. Con la pipeta, llenar el tubo de ensayo grande con el agua del vaso de precipitados hasta la marca de 5 ml.
2. Añadir la pastilla DPD4 para análisis de cloro.
3. Tapar y mezclar hasta que la pastilla se disuelva.
4. Esperar 5 minutos.

Dar la vuelta a la hoja para continuar con el experimento.





5. Comparar el color de la muestra con la tabla de color. El valor corresponde al CLORO TOTAL.
6. Anotar el resultado en ppm en la Ficha de resultados. Experimento 6. Método 1.

MÉTODO 2: DETERMINACIÓN DE CLORO TOTAL CON COLORÍMETRO

1. Con la pipeta, llenar el tubo de ensayo pequeño con el agua del vaso de precipitados hasta la marca de 5 ml (marca negra).
2. Insertar el tubo en el colorímetro, con la flecha negra mirando hacia delante.
3. Presionar el botón azul para encender el aparato. Cuando aparezcan las letras BLA en pantalla, presionar de nuevo el botón azul. Cuando aparezcan las letras FCL retirar el tubo del aparato.
4. A continuación, añadir en el tubo una pastilla del reactivo DPD 1. Tapar y disolver removiendo repetidamente de arriba a abajo. Golpear 3 veces suavemente con el tubo contra una superficie plana para eliminar las burbujas.
5. Insertar nuevamente el tubo en el aparato, apretar el botón azul y efectuar la lectura. Anotar el resultado en ppm en la Ficha de resultados. Experimento 6. Método 2. El valor corresponde al CLORO LIBRE.
6. Sin quitar el tubo, presionar el botón azul una vez y esperar que aparezcan las letras TCL en pantalla. En ese momento retirar el tubo.
7. Quitar el tapón y añadir una pastilla del reactivo DPD 3. Tapar y disolver removiendo repetidamente de arriba a abajo. Golpear 3 veces suavemente con el tubo contra una superficie plana para eliminar las burbujas.
8. Insertar el tubo en el colorímetro. Presionar el botón azul.
9. Anotar el resultado en ppm en la Ficha de resultados. Experimento 6. Método 2. El valor corresponde al CLORO TOTAL. A continuación, responder a las preguntas de la Ficha de resultados.

¡No olvidéis limpiar el material para que esté disponible para el grupo siguiente!



Anexo II

Fichas de resultados

✓ Se recomienda imprimir un juego de fichas de resultados por grupo de trabajo.



FICHA DE RESULTADOS

Experimento 3

Conductividad

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Media (en microSiemens)
Muestra A				
Muestra B				
Muestra C				

¡Recuerda! 1miliSiemens (mS) son 1000 microSiemens (μ S).

*Según la legislación, la conductividad no debe ser mayor de 2.500 microS/cm en aguas potables.

1. Según los resultados obtenidos ¿cuál o cuáles de las 3 muestras serían aptas para el consumo? ¿Por qué?

2. Observar la composición de cada etiqueta y asignar uniando con flechas, cada una a la muestra de agua a la que corresponda:

Contiene:
Cloruro de sodio
.....35000 mg/l.

Contiene:
Iones < de 5 mg/l.

Contiene:
Cloruros...8,8 mg/l
Calcio.....0,5 mg/l
Sodio...5,9 mg/l

Agua del grifo

Agua marina

Agua destilada



FICHA DE RESULTADOS

Experimento 4

Determinación de pH

pH muestra A	<input type="text"/>
pH muestra B	<input type="text"/>
pH muestra C	<input type="text"/>
pH muestra D	<input type="text"/>



Observa los valores de pH que nos indican los técnicos que trabajan en las instalaciones:

El valor adecuado de pH en el agua de salida de la **potabilizadora para no producir corrosión en tuberías es de 7-9.*

El valor adecuad de pH en el agua de entrada a la **depuradora para no alterar el tratamiento biológico es entre 6,5-9.*

1. ¿Podría la muestra A entrar en la depuradora según su valor de pH? ¿Por qué? ¿Habría que corregir el pH?

2. ¿El agua de la muestra B podría salir de la potabilizadora según su valor de pH y distribuirse a los hogares?



FICHA DE RESULTADOS

Experimento 5

Nitratos / Fosfatos

Análisis de la muestra de Entrada a la depuradora:

Cantidad de Nitratos en la muestra de entrada =

Cantidad de Fosfatos en la muestra de entrada =

Análisis de la muestra de Salida de la depuradora:

Cantidad de Nitratos en la muestra de salida =

Cantidad de Fosfatos en la muestra de salida=

*Según la legislación, en las aguas de salida de una depuradora, los valores de referencia para los **nitratos** deben estar entre **1-10 ppm** y los **fosfatos** por **debajo de 1 ppm**.

*ppm significa parte por millón y equivale a 1 mg/l.

1. ¿Hay diferencia de color entre los tubos de entrada y de salida? ¿A qué creéis que se debe?

2. Según los valores obtenidos de Nitratos y Fosfatos en la muestra de agua de salida de la depuradora, ¿se podría verter esta agua al río? ¿Por qué?

3. Los Nitratos y Fosfatos son nutrientes para las plantas ¿qué puede ocurrir si vertemos al río el agua de entrada a la depuradora sin depurar?



FICHA DE RESULTADOS

Experimento 6

Cloro libre / Cloro total

MÉTODO 1

Describe el color obtenido:

Cloro total =

*Según la legislación, la cantidad de **Cloro combinado** debe ser de **2 ppm** y de **Cloro libre** de **1 ppm** como máximo en el punto final de distribución (grifos).

*1 ppm significa una parte por millón y equivale a 1 mg/l.

MÉTODO 2

Cloro libre = Cloro combinado* = Cloro total =

¡Recuerda! Cloro total = Cloro libre + Cloro combinado*

*El **Cloro combinado**, es cloro unido a otro compuesto, que lo hace más estable.

1. En función de los resultados obtenidos, ¿cuál de los dos métodos os parece mejor? ¿Por qué?

2. ¿Para qué se usa el cloro en las estaciones de tratamiento de agua potable?

3. ¿El agua de la muestra es potable? ¿Por qué? ¿Tendríamos que realizar alguna otra prueba?