



Los Residuos de la Tecnología y Nuestra Agua Potable (Investigando el Efecto del Hierro)

Audiencia

*Estudiantes de Escuela Superior – Curso de Ciencias Ambientales
(Integración con Química, Biología, Matemáticas)*

Puede ser integrado a diferentes niveles, según las partes que deseen realizar.

Tiempo aproximado:

*Búsqueda en Internet (Ofrecer 4-5 días previos al laboratorio para búsqueda
y análisis de literatura asociada al tema)*

Laboratorio 45 minutos

Análisis y discusión por equipos 45 minutos

Discusión grupal con maestro(a) 45 minutos

Objetivos

Luego de completar la actividad, los estudiantes serán capaces de:

- 1. Evaluar los parámetros de calidad de agua pH y concentración de cloro, y comprender como pueden variar según diferentes eventos naturales y por acciones antropogénicas.*
- 2. Reconocer la importancia de cada parámetro de calidad del agua para el ambiente y la salud del ser humano y los demás seres vivos.*
- 3. Identificar posible impacto de la tecnología, industrias, farmacéuticas sobre nuestros cuerpos de agua y el agua potable.*
- 4. Tomar medidas de volumen de líquidos correctamente, empleando el uso de goteros, jeringas o pipetas.*
- 5. Emplear técnicas de disolución de soluciones, para obtener concentraciones deseadas.*

National Science Education Content Standards

I. Science as Inquiry

1. Abilities necessary to do scientific inquiry.

a. Design and Conduct Scientific Investigations

Students need to learn how to analyze evidence and data. The evidence they analyze may be from their investigations, other students' investigations, or databases. Data manipulation and analysis strategies need to be modeled by teachers of science and practiced by students.

II. Science and Technology

1. Understandings about science and technology.

a. Science and technology are pursued for different purposes. Scientific inquiry is driven by the desire to understand the natural world, and technological design is driven by the need to meet human needs and solve human problems .

III. Science in Personal and Social Perspectives

1. *Natural Resources*
 - a. *Human populations use resources in the environment in order to maintain and improve their existence. Natural resources have been and will continue to be used to maintain human populations.*

2. *Environmental Quality*
 - a. *Natural ecosystems provide an array of basic processes that affect humans. Those processes include maintenance of the quality of the atmosphere, generation of soils, control of the hydrologic cycle, disposal of wastes, and recycling of nutrients. Humans are changing many of these basic processes, and the changes may be detrimental to humans.*

Estándares de Contenido y Expectativas de Grado de los Cursos de Ciencia Ambiental y Química del Departamento de Educación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico

I. Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad

NC. A.1.2 Aplica las destrezas de medición y los procesos para recopilar e interpretar parámetros ambientales y considera las posibles fuentes de error.

NC. A.2.4 Elabora sus propias conclusiones a base del análisis de los hallazgos en investigaciones.

NC. Q. 6.3 Identifica y provee ejemplos de riesgos y beneficios que tiene el desarrollo de industrias químicas y de la tecnología en la economía y la sociedad.

II. Las Interacciones

I. A. 2. 2 Explica como el ser humano contamina el suelo, agua y el aire.

I. A.3.5 Explica la importancia del agua para los organismos vivos.

I. Q. 4.1 Identifica y provee ejemplos de evidencias que indican cuando ha ocurrido una reacción química.

III. La Conservación y el Cambio

C. A. 1.5 Discute sobre la importancia de los ecosistemas acuáticos para las especies dependientes del agua y propone alternativas para su conservación.

Introducción:

Búsqueda de Literatura Asociada al tema por Internet, en la biblioteca u otros medios accesibles. (Ver Anejo 1 en Materiales Suplementarios.)

Instrucciones Generales para el maestro:

Ofrecer a los estudiantes una reflexión, video y otra actividad asociada al agua, su conservación y como se esta contaminando. Previo a esto entregar preguntas guías para la búsqueda de literatura asociada al laboratorio. Permitir la búsqueda de esta información en laboratorios de computadora, biblioteca u el hogar durante un tiempo razonable (alrededor de 5 días).

Aprovechar el tiempo en clase para hablar sobre la nanotecnología, su uso y desarrollo en Puerto Rico, importancia, y cuidados o prevenciones necesarios para prevenir su impacto al ambiente.

Continuación:

Laboratorio (Anejo 2 en Materiales Suplementarios)

Materiales para las actividades:

1. Agua potable (de la llave)
2. Agua destilada
3. Hierro líquido (se encuentra en la farmacia como suplemento “Ferrous Sulfate Elixir”)
4. Clorox (blanqueador regular comercial) al 5.25mg/L concentración. (también puede usarse el Clorox Toilet Bowl Cleaner- con blanqueador al 2.4mg/L de concentración.
5. Kit de análisis de cloro y pH, 3- Way Test Kit de Aqua chem, o cualquier otro kit de medición de cloro y pH por color.
6. pipetas o jeringa que mida en mililitros
7. gotero

Instrucciones Generales para el maestro:

Realizar actividades de laboratorio según interés del maestro(a) y requisitos del curso, como del nivel de la audiencia. Las actividades están identificadas por partes de la A-D, cada parte tiene pequeñas instrucciones, tabla de datos (Anejo 3 en Materiales Suplementarios) y preguntas de discusión individuales (Anejo 4 en Materiales Suplementarios). Se recomienda que las actividades de laboratorio se realicen en pequeños grupos de 3-4 personas. La respuesta a las preguntas de discusión y la búsqueda de literatura por Internet puede ser individual o grupal, pero cada estudiante debe tener su informe individual en su proyecto.

Para el maestro:

Prueba A Esta actividad sirve para clarificar los conceptos de pH y concentración de cloro, como parámetros de calidad del agua. Se puede añadir a la prueba de pH, un líquido de fregar y un jugo cítrico o bebida carbonatada, para diferenciar entre ácido y base.

Procedimiento

A. Comparando parámetros de calidad (pH y Concentración de cloro) entre agua potable de la llave y destilada:

1. Siguiendo las instrucciones del (3-Way Test Kit) obtenga las medidas de pH y Cloro del agua potable y agua destilada. Llene una cubeta del Kit con agua destilada y la otra con agua de la llave, hasta la línea que indica cada cubeta.
2. Añada a cada cubeta 5 gotas de Orthotolidine (indicador de cloro), tape y mueva de un lado a otro suavemente por 5 segundos. Compara el color obtenido con las barras de color. Anota tu valor en cloro libre y espera 3

- minutos. Después de 3 minutos anota el color en cloro total. La lectura ideal es de 1.0 a 1.5 partes por millón (ppm).
3. Descarta el agua en lugar dispuesto por tu maestra y enjuaga las cubetas con agua.
 4. Repite el mismo procedimiento pero esta vez le añades 5 gotas de PHENOL RED a cada cubeta y mueves de arriba abajo. Anota el valor mas parecido en la columna de colores para pH. Descarta y enjuaga.
 5. En base a tus resultados obtenidos contesta las preguntas de discusión.

Para el maestro:

Prueba B *Comprobar que al añadir algunas sustancias al agua esta puede perder su medida ideal de pH y variar su alcalinidad. El agua potable debe tener una medida de pH cercana a lo neutral que es 7 en la escala de alcalinidad. Al añadir hierro al agua su pH será más ácido. Al validar los datos con diferentes tecnologías e instrumentos podemos tener mayor confiabilidad en los resultados y nuestros análisis.*

B. Observando el efecto del hierro en el pH del agua:

1. Llena las dos cubetas con agua potable hasta la línea y añade una gota de hierro solo a la cubeta al lado de la barra de colores de pH. Cierra ambas cubetas y mueve de arriba hacia abajo.
2. Añade 5 gotas de indicador de pH a cada cubeta, cierra y mueve de arriba para abajo.
3. Compara los colores en cada cubeta con la barra de colores de pH y anota los valores correspondientes de pH.
4. Analiza los datos obtenidos y contesta las preguntas de discusión.

Usando la nanotecnología para validar los valores de pH obtenidos con otra tecnología.

Materiales

1. Sensor de pH de Vernier
2. LabQuest de Vernier
3. Vasos o beacker
4. Botella de lavado con agua destilada

Procedimiento

1. Vierte las muestras dentro de las cubetas para la prueba B en envases más anchos. (Vasos, beakers, etc.)
2. Enciende el LabQuest y conecta el sensor de pH.
3. Una vez que el equipo detecte el sensor, coloca el sensor de pH dentro del envase y oprime la flecha verde (play) para que detecte un valor.
4. Aparecerá una gráfica que se está formando y al cabo de 100 segundos aproximadamente se detendrá.
5. Anota el valor de pH en la parte superior derecha.
6. Compara este valor con el valor anterior de pH. ¿Qué observas?
7. Repite estos pasos para la otra muestra. No olvides lavar el sensor.

Para el maestro:

Prueba C *El agua de la llave ha sido desinfectada con cloro, en presencia de hierro la concentración de cloro disminuye hasta desaparecer. Esta prueba sirve para clarificar el proceso de desinfección del agua, el problema de los coliformes fecales en el agua (ríos, playas, etc.), y para entrar en el análisis químico de la reacción que ocurre entre el cloro y el hierro.*

C. Observando el efecto del hierro en la concentración de cloro en el agua:

1. Llena las dos cubetas con agua potable hasta la línea y añade una gota de hierro solo a la cubeta al lado de la barra de colores de cloro. Cierra ambas cubetas y mueve de arriba hacia abajo.
2. Añade 5 gotas de indicador de cloro a cada cubeta, cierra y mueve de arriba para abajo.
3. Compara los colores en cada cubeta con la barra de colores de cloro y anota los valores correspondientes de cloro libre.
4. Mueve las cubetas cerradas cada minuto por tres minutos. Al cabo de 3 minutos, compara el color con la barra de cloro y anota el valor.
5. Analiza los datos y contesta las preguntas de discusión.

Para el maestro:

Prueba D *En la búsqueda de medidas exactas, muchas veces se prefiere trabajar con soluciones que contengan concentraciones conocidas. Como no conocemos la concentración real de cloro añadida al agua de la llave, podemos preparar nuestra propia solución de cloro, usando Clorox comercial y agua destilada. Surge entonces el problema de cual es la concentración ideal para que nuestro instrumento pueda leer. Es entonces cuando necesitamos diluir la concentración de nuestra solución. Esta parte sirve para integrar los conceptos de dilución, concentración, soluto y solvente; y para poner en práctica la matemática.*

D. Haciendo Diluciones (Integración de Ciencia y Matemáticas):

Llena la cubeta de agua destilada y añade una gota de Clorox™. Cierra y mueve de arriba para abajo. Añade 5 gotas de indicador de cloro y compara el color con la barra de colores para cloro.

¿Qué sucede? ¿Puedes conseguir un valor de concentración de cloro?

Los instrumentos para realizar medidas experimentales, muchas veces están limitados por unos rangos de valores máximos y mínimos. En estos casos hay que diluir la muestra para obtener una medida que pueda ser detectada por nuestro instrumento.

Haciendo la dilución

1. Toma 5ml de la solución de cloro y mezcla con 5ml de agua destilada. Si tu cloro está en una concentración de 2.4ppm como es el caso de Clorox Toilet

Bowl. Estarías bajando su concentración a la mitad [1.2] ppm de cloro. Si tomas 5 ml de la nueva solución y le añades 5 ml de agua destilada, estarías bajando nuevamente la concentración a la mitad [.6]ppm.

¿Cuántas diluciones tienes que hacer para obtener una concentración de .075ppm? _____

2. Una vez obtienes una muestra de cloro a una concentración de .075ppm, añade una gota a una cubeta llena de agua destilada. La cierras, mueves y observa si ahora puedes obtener una medida más precisa. Trata de obtener la concentración que te ofrezca valores menores de 5ppm y mayores de 1.5ppm.

Ahora realiza la prueba de cloro vs. hierro.

1. Llena las cubetas con agua destilada y añade una gota de hierro al agua que está justo al lado de barra de colores de cloro. Añade una gota de cloro con nueva concentración a cada cubeta, y revuelve.
2. Echa las 5 gotas de indicador de cloro a cada muestra, cierra y mueve de arriba para abajo. Compara colores con la barra de colores instantáneamente para cloro libre y a los 3 minutos para cloro total.
3. Anota tus observaciones.

Información de Trasfondo

La Información de trasfondo necesaria para poder analizar correctamente los datos del laboratorio, ha sido pre-asignada al estudiante en la búsqueda de literatura por internet con las preguntas guías (Anejo 1 de Materiales Suplementarios).

No obstante, para beneficio del maestro, se ofrece la siguiente información, referente a los diferentes ángulos de esta investigación.

Parámetros o indicadores de Calidad del Agua

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) regula la calidad de nuestros cuerpos de agua, de las aguas residuales y del agua potable. Establece ciertos parámetros o indicadores de calidad para establecer los índices aceptables de ciertas sustancias en el agua, que no sean perjudiciales para la salud del ser humano y del ambiente acuático en general. Estos parámetros o indicadores se pueden subdividir en Físicos, químicos y biológicos.

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato como pueden ser los sólidos suspendidos, turbidez, color, sabor, olor y temperatura.

PARÁMETROS QUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA

El agua es llamada el solvente universal y los parámetros químicos están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias entre las que podemos mencionar a los sólidos disueltos totales, alcalinidad (pH), dureza, fluoruros, metales, materias orgánicas y nutrientes.

PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA

La presencia de organismos como las bacterias, virus y protozoarios puede ser utilizada como indicadora de la presencia de algún contaminante. También la ausencia de ciertos organismos que naturalmente habitan un cuerpo de agua, se puede utilizar como un bioindicador de que existe una perturbación que afecta a la biodiversidad del lugar. En general mientras mayor biodiversidad exista en un cuerpo de agua, mayor homeostasis y estabilidad existe en el medio. Así que se puede usar la biodiversidad como parámetro cualitativo en ríos y lagos.

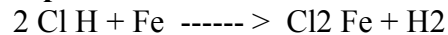
Los parámetros de calidad de agua más utilizados son los siguientes: oxígeno disuelto, pH, temperatura, sólidos suspendidos, (DBO) Demanda Biológica de Oxígeno, fósforo, nitratos, nitritos, amonio, amoniaco, compuestos fenólicos, hidrocarburos derivados del petróleo, cloro residual, cinc total y cobre soluble.

Estos parámetros de calidad pueden ser alterados ante la presencia de compuestos contaminantes en el medio acuoso, causando así la inestabilidad de cuerpo de agua.

Presencia de Cloro en el Agua

El cloro puede aparecer en el agua como una sustancia residual del proceso de descontaminación del agua, en las plantas de tratamiento. Este ha sido empleado por años para controlar las poblaciones de microorganismos patógenos en el agua. Si bien el exceso puede ser perjudicial para la salud humana causando irritación de los ojos y nariz, molestias estomacales, anemia y daños al sistema nervioso de bebés y niños. Su baja concentración puede causar un exceso de crecimiento en las poblaciones de microorganismos patógenos para los seres humanos y los ecosistemas acuáticos en general.

Cloro en presencia de Hierro



El cloro puede reaccionar con hierro cuando se encuentra en solución líquida. Lo que ocurre es una reacción de desplazamiento de un ácido sobre metal. El hierro es parte de un grupo de metales que pueden desplazar el hidrógeno de los ácidos.

Si el hierro llega a las plantas de tratamiento como producto de desechos de la tecnología, pudieran interferir con la descontaminación del agua en la etapa de cloración. Así se podría ver una reducción en la efectividad del cloro como agente desinfectante y se aumentarían las poblaciones de microorganismos patógenos.

La Alcalinidad (pH)

La alcalinidad del agua es una medida de su capacidad para neutralizar ácidos. Dado que la alcalinidad de aguas superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas. La lectura del valor de pH es una medida que indica la concentración de iones de hidrógeno de una solución, indicando cuán ácida o alcalina es la misma, y el rango de lectura va desde 0ppm (más ácida) hasta 14ppm (más alcalina).

Cuando la alcalinidad es menor de 10 ppm es recomendada para el uso doméstico. Pero si un cuerpo de agua tiene alcalinidades muy bajas se vuelve muy sensible a la contaminación, ya que no posee la capacidad de oponerse a las modificaciones que generan acidificación.

Si tomamos en cuenta la adición de cloro al agua para desinfección y su relación con el pH, encontramos la efectividad del cloro como agente desinfectante se determina mediante el pH del agua. La desinfección con cloro tiene lugar a pH óptimo entre 5.5 a 7.5. Ácido hipocloroso (HOCl) reacciona más rápidamente con iones hipoclorito (OCl⁻); esto es un 80-100% más efectivo. El nivel de ácido hipocloroso disminuirá cuando el valor del pH sea más alto. Con un valor de pH de 6, el nivel de ácido hipocloroso es de un 80% y el resto son iones hipoclorito. Cuando el valor del pH es 8, ocurre lo contrario. Cuando el valor del pH es de 7.5 las concentraciones se igualan.

Uso de Nanopartículas en la tecnología y su presencia en el ambiente

La nanotecnología es la creación de materiales, dispositivos y sistemas útiles por medio de la manipulación de la materia a una escala minúscula.

Un nanómetro es una milmillonésima parte de un metro. A esa escala cambian las propiedades de los elementos, funcionalidad y reactividad. Ahora en escala nano se comportan como elementos completamente nuevos.

Algunos ejemplos de materiales producidos a escala Nano son:

Siliciuros: MoSi₂.

Óxidos: Al₂O₃, ZrO₂, TiO₂

Aluminuros: TiAl₃, NiAl, Ni₃Al, FeAl.

Boruros: TiB₂, MgB₂, TiC-TiB₂-Al₂O₃

Carburos: WC, TiC, Fe(TiC), SiC, TiC-TiB₂

Cermets: WC+Me, TiC-Ni, TiC-Mo, TiB-Ti, TiAl-TiB-Ti, Ti-Al₂O₃

Nitruros: TiN, TiCN, AlN, Si₃N₄.

Metales: Cu, Ti, Fe, Mo, Ni

Pigmentos, ferritas, hidroxiapatita.

El uso de Nanopartículas de diferentes materiales ha ido en incremento cada vez más, hasta el punto que no se sabe realmente la cantidad y concentraciones de estas sustancias en el ambiente. No tenemos el número de Nanopartículas que se producen industrialmente, mucho menos se sabe la cantidad en el ambiente, ni si realmente plantean una amenaza para la salud

humana y los ecosistemas. Por lo tanto es importante conocer tanto las cantidades producidas como la interacción de estas sustancias en el ambiente.

Procesos en las Plantas de Tratamiento de Aguas Usadas

Las aguas usadas son tratadas por plantas de tratamiento subdivididas por etapas, (Primaria, Secundaria y Terciaria).

TRATAMIENTO PRIMARIO

Este proceso comienza fuera de la planta de tratamiento en el sistema de alcantarillado que representa el primer filtro para los desechos grandes. Luego al llegar a la planta pasan principalmente por los procesos de: la filtración, la sedimentación, la flotación, la separación de aceites y la neutralización.

Los sedimentos separados en este proceso pasan a un tanque digestor y luego al lecho secador, para luego ser utilizados como fertilizante en las tierras de cultivo o a un relleno sanitario o son arrojados al mar. Del tanque de sedimentación el agua es conducida al tratamiento secundario.

TRATAMIENTO SECUNDARIO

Entre los procesos por los que pasa el agua en el tratamiento secundario de las aguas contaminadas están: el proceso de lodos activados, aireación u oxidación total, filtración por goteo y el tratamiento anaeróbico.

El tratamiento secundario de aguas servidas es un proceso biológico que utiliza bacterias aerobias como un primer paso para remover hasta cerca del 90 % de los desechos biodegradables que requieren oxígeno. Después de la sedimentación, el agua pasa a un tanque de aireación en donde se lleva a cabo el proceso de degradación de la materia orgánica y posteriormente pasa a un segundo tanque de sedimentación, de ahí al proceso de tratamiento terciario.

Entre el tratamiento primario y secundario de las aguas se eliminan cerca del 90 % de los sólidos en suspensión y cerca del 90 % de la materia orgánica (90 % de la demanda bioquímica de oxígeno).

TRATAMIENTO TERCIARIO

No todas las plantas de tratamiento pasan a la etapa terciaria. Muchas de ellas se quedan en solo tratamiento secundario y así se arroja el agua al medio ambiente. A cualquier tratamiento que se le haga al agua luego de la segunda etapa se le considera un tratamiento terciario. Estos tratamientos terciarios buscan eliminar la mayor cantidad de contaminantes y desinfectar al máximo el agua antes de su descarga al ambiente.

Entre los procesos que se llevan a cabo en el tratamiento terciario de aguas usadas están: microfiltración, adsorción por carbón activado, intercambio iónico, osmosis inversa, electrodiálisis, remoción de nutrientes, cloración y ozonización.

El proceso terciario más común es el proceso de desinsectación con cloro. Una de las razones principales es que por ser tan barato, se puede aplicar gran cantidad de este. Los residuos de cloro también presentan un problema y es que reaccionan con la materia orgánica en las aguas de desecho produciendo pequeñas cantidades de hidrocarburos cancerígenos. Es por esto que otros desinfectantes como el ozono, el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) y luz ultravioleta, a pesar de ser tan costosos, empiezan a ser empleados en algunos lugares.

Materiales Suplementarios

1. Preguntas Guías para referencias en Internet.
2. Hoja de trabajo del Laboratorio para el Estudiante.
3. Tablas de datos.
4. Preguntas de discusión.

Referencias

1. Brar, S.; Verma, M; Tyagi, R.D. & Surampalli, R.Y.. (2009). Engineered nanoparticles in wastewater and wastewater sludge- Evidence and impacts. *Waste Management*, 30(2010), 504-520.
2. Lenntech B.V. (1998). *Desinfectantes*. Países Bajos, Recuperado de <http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-cloro.htm#ixzz1bYHIWUne>
3. Monica, C.J; Chen, P.W. & Wang, L.J..(2005). Removal of nanoparticles from CMP wastewater by magnetic seeding aggregation. *Chemosphere*, 63(2006), 1809-1813.
4. Zhang, Y.; Chen, Y.; Westerhoff, P.; Hristovski, K. & Crittenden, J.. (2007). Stability of comercial metal oxide nanoparticles in water. *Water Research*, 42(2008), 2204-2212.
5. Ocasio, F. (2008). *Evaluación de la Calidad del Agua y Posibles Fuentes de Contaminación en un Segmento del Río Piedras*. Disertación de maestría no publicada. Escuela de Asuntos Ambientales, Universidad Metropolitana, San Juan, PR.
6. US Environmental Protection Agency. (2003). *El Agua del Grifo: lo que usted debe saber*. Recuperado de http://www.epa.gov/safewater/wot/pdfs/book_waterontap_enespanol_full.pdf

Autores

Participante de RET: **Brenda Lee Estévez Moreno**

Equipo Líderes de RET: Evelyn Montalvo, Linda Vargas, Lourdes Viera, Milagros Acosta, Rose Saavedra, Samirah Mercado, Nelson Cardona, Carlos Ruiz, Mario Ortega,

Ramonita Ayala, Tracy Stefonek- Puccinelli, George Lisensky, Diana E. Martínez, Priscilla Pérez, Sangchul Hwang, Nikki Kuglitsch and Greta M. Zenner Petersen.

Nombre del Estudiante: _____ Grupo: _____ Fecha: _____

Compañeros de Trabajo: _____

Los Residuos de la Tecnología y Nuestra Agua Potable
(Investigando el Efecto del Hierro)

Tablas de datos:

A. Comparando parámetros de calidad (pH y Concentración de cloro) entre agua potable de la llave y agua destilada:

Tipos de Agua	pH	[Cloro]
Destilada		
De la llave		

B. Observando el efecto del hierro en el pH del agua:

Agua Potable _____	pH
Sin hierro	
Con hierro	

C. Observando el efecto del hierro en la concentración de cloro en el agua:

Agua de la llave	Cloro Libre (medida rápida)	Cloro Total (luego de 3 min.)
Sin hierro		
Con hierro		

D. Haciendo Diluciones (Integración con Química y Matemáticas):

Agua destilada + Gota de cloro []	Cloro Libre (medida rápida)	Cloro Total (luego de 3 min.)
Sin hierro		
Con hierro		

Nombre del Estudiante: _____ Grupo: _____ Fecha de entrega: _____

Los Residuos de la Tecnología y Nuestra Agua Potable
(Investigando el Efecto del Hierro)

Buscando en la literatura. Preguntas guías para buscar y contestar en papel aparte.
Haz uso del Internet para investigar sobre lo siguiente:

Parámetros de Calidad del Agua

1. ¿Cuáles son los parámetros de calidad (físicos, químicos y biológicos) para el agua potable y para los cuerpos de agua (Ríos, mares, etc.) de uso humano?
¿Qué se mide para saber que el agua es apta para el consumo y/o uso del ser humano? Haz una tabla donde identifiques el parámetro de calidad y la importancia de mantenerlo controlado (al menos 15 parámetros, 5 de cada tipo).

Parámetros de Calidad del Agua	Importancia de este parámetro
1. Ej. Cloro	
2. Ej. pH (Alcalinidad)	

Descontaminación y purificación del agua

1. Además del cloro, ¿qué otros medios de descontaminación y purificación de agua existen? Puedes buscar los métodos de purificación en diferentes marcas comerciales agua potable.
2. ¿Cómo se desinfecta el agua potable y las aguas usadas en las plantas de tratamiento de Puerto Rico?
Puedes buscar la página en Internet de la (AAA) Autoridad de Acueductos y Alcantarillados y de la EPA.

Hierro en nuestros cuerpos de agua

1. ¿Cuáles son algunos de los mayores usos que se le da hoy día al hierro, principalmente en estado líquido?
2. ¿De qué forma puede llegar el hierro a los cuerpos de agua y a nuestra agua potable?
3. ¿Qué efecto puede tener el hierro en la salud humana?
¿Se están usando en Puerto Rico?

Nanotecnología

1. ¿Para qué se está empleando la nanotecnología en Puerto Rico y el Mundo?
Enumera al menos 5 ejemplos de uso de la nanotecnología en Puerto rico.
2. ¿De qué están compuestas la mayoría de las nanopartículas en nuestros equipos electrónicos?

3. ¿Qué se hace con los equipos electrónicos dañados u obsoletos, en Puerto Rico?
4. ¿Existe alguna regulación para manejar y disponer de estas nanopartículas?

Integración con Química

1. Buscar la reacción química que ocurre entre Cloro y Hierro.
2. Analiza el tipo de reacción que se lleva a cabo, los reactivos y los productos.
¿Qué está pasando entre el Cloro y el Hierro?

Los residuos de la tecnología y Nuestra Agua Potable **(Investigando el efecto del hierro)**

Propósito

1. Evaluar los parámetros de calidad (pH y concentración de cloro) en dos tipos diferentes de agua potable (destilada y de la llave).
2. Investigar el efecto del hierro en el pH y el cloro del agua potable.
3. Realizar diluciones para obtener medidas verificables.

Materiales para las actividades:

1. Agua potable de la llave
2. Agua destilada
3. Hierro líquido (se encuentra en la farmacia como suplemento “Ferrous Sulfate Elixir”)
4. Clorox (blanqueador regular comercial) al 5.25mg/L concentración o Clorox Toilet Bowl Cleaner- con blanqueador al 2.4mg/L de concentración
5. Kit de análisis de cloro y pH, 3- Way Test Kit de Aqua chem, o cualquier otro kit de medición de cloro y pH por color.
6. pipetas o jeringa que mida en mililitros
7. gotero

Procedimiento

Prueba A. Comparando parámetros de calidad (pH y Concentración de cloro) entre agua potable de la llave y destilada:

6. Siguiendo las instrucciones del (3-Way Test Kit) obtenga las medidas de pH y Cloro del agua potable y agua destilada. Llene una cubeta del Kit con agua destilada y la otra con agua de la llave, hasta la línea que indica cada cubeta.
7. Añada a cada cubeta 5 gotas de Orthotolidine (indicador de cloro), tape y mueva de un lado a otro suavemente por 5 segundos. Compara el color obtenido con las barras de color. Anota tu valor en cloro libre y espera 3 minutos. Después de 3 minutos anota el color en cloro total. La lectura ideal es de 1.0 a 1.5 partes por millón (ppm).
8. Descarta el agua en lugar dispuesto por tu maestra y enjuaga las cubetas con agua.

9. Repite el mismo procedimiento pero esta vez le añades 5 gotas de PHENOL RED a cada cubeta y mueves de arriba abajo. Anota el valor mas parecido en la columna de colores para pH. Descarta y enjuaga.
10. En base a tus resultados obtenidos en esta parte de la investigación escoge cual tipo de agua seria recomendada para analizar el efecto del hierro en el pH del agua y cual seria la mejor para analizar el efecto en la concentración de cloro.

Prueba B. Observando el efecto del hierro en el pH del agua:

6. Llena las dos cubetas con agua _____ hasta la línea y añade una gota de hierro solo a la cubeta al lado de la barra de colores de pH. Cierra ambas cubetas y mueve de arriba hacia abajo.
7. Añade 5 gotas de indicador de pH a cada cubeta, cierra y mueve de arriba para abajo.
8. Compara los colores en cada cubeta con la barra de colores de pH y anota los valores correspondientes de pH.

Prueba C. Observando el efecto del hierro en la concentración de cloro en el agua:

9. Llena las dos cubetas con agua _____ hasta la línea y añade una gota de hierro solo a la cubeta al lado de la barra de colores de cloro. Cierra ambas cubetas y mueve de arriba hacia abajo.
10. Añade 5 gotas de indicador de cloro a cada cubeta, cierra y mueve de arriba para abajo.
11. Compara los colores en cada cubeta con la barra de colores de cloro y anota los valores correspondientes de cloro libre.
12. Mueve las cubetas cerradas cada minuto por tres minutos. Al cabo de 3 minutos, compara el color con la barra de cloro y anota el valor.

Prueba D. Haciendo Diluciones:

Repite la prueba para comparar el efecto del hierro en la concentración de cloro, pero esta vez con agua destilada añadiendo cloro (Clorox blanqueador regular comercial al 5.25ppm concentración o Clorox Toilet Bowl Cleaner- con blanqueador al 2.4 ppm)

1. Llena la cubeta de agua destilada y añade una gota de Clorox. Cierra y mueve de arriba para abajo. Añade 5 gotas de indicador de cloro y compara el color con la barra de colores para cloro.

¿Qué sucede? ¿Puedes conseguir un valor de concentración de cloro?

Los instrumentos para realizar medidas experimentales, muchas veces están limitados por unos rangos de valores máximos y mínimos. En estos casos hay que diluir la muestra para obtener una medida que pueda ser detectada por nuestro instrumento.

Haciendo la dilución

3. Toma 5ml de la solución de cloro y mezcla con 5ml de agua destilada. Si tu cloro está en una concentración de 2.4ppm como es el caso de Clorox Toilet Bowl. Estarías bajando su concentración a la mitad [1.2] ppm de cloro. Si tomas 5 ml de la nueva solución y le añades 5 ml de agua destilada, estarías bajando nuevamente la concentración a la mitad [.6]ppm.
¿Cuántas diluciones tienes que hacer para obtener una concentración de .075ppm? _____
Una vez obtienes una muestra de cloro a una concentración de .075ppm, añade una gota a una cubeta llena de agua destilada. La cierras, mueves y observa si ahora puedes obtener una medida más precisa. Trata de obtener la concentración que te ofrezca valores menores de 5ppm y mayores de 1.5ppm.

Ahora realiza la prueba de cloro vs. hierro.

1. Llena las cubetas con agua destilada y añade una gota de hierro al agua que esta justo al lado de barra de colores de cloro. Añade una gota de cloro con nueva concentración a cada cubeta, y revuelve.
2. Echa las 5 gotas de indicador de cloro a cada muestra, cierra y mueve de arriba para abajo. Compara colores con la barra de colores instantáneamente para cloro libre y a los 3 minutos para cloro total.
3. Anota tus observaciones.

Tablas de datos y preguntas de discusión:

- A. Comparando parámetros de calidad (pH y Concentración de cloro) entre agua potable de la llave y agua destilada:

Tipos de Agua	pH	[Cloro]
Destilada		
De la llave		

Discute lo siguiente:

1. ¿Existe alguna diferencia entre el pH y el Cloro, del agua destilada y el agua de la llave?
2. ¿Ambos tipos de agua contienen cloro? ¿Por qué razón se le añade cloro al agua potable?
3. ¿Cuál tipo de agua contiene el pH más cercano al ideal?

B. Observando el efecto del hierro en el pH del agua:

Agua Destilada	pH
Sin hierro	
Con hierro	

Discute lo siguiente:

1. Al añadir hierro al agua este hace que se vuelva más _____. ¿Qué problema puede causar el cambio de pH en un ecosistema acuoso?
2. ¿Por qué se dice que el pH ideal es aquel cercano a 7?

C. Observando el efecto del hierro en la concentración de cloro en el agua:

Agua de la llave	Cloro libre (medida rápida)	Cloro total (luego de 3 min.)
Sin hierro		
Con hierro		

Discute lo siguiente:

1. Al añadir hierro al agua, ¿qué pasó con la concentración de cloro?
2. ¿Qué problema puede ocurrir en las plantas de tratamiento de agua potable y usada, si llegara mucha cantidad de hierro en el agua? ¿Cuál sería el riesgo para el ambiente?

D. Haciendo Diluciones (Integración con Química y Matemáticas):

Agua destilada +	Cloro libre	Cloro total
------------------	-------------	-------------

Gota cloro []	(medida rápida)	(luego de 3 min.)
Sin hierro		
Con hierro		

1. ¿Puedes llegar a resultados similares a la primera prueba? ¿Cuáles podrían ser las razones para diluir una sustancia o muestra en investigación?

2. ¿Qué beneficio podría tener el que añada las gotas de cloro a agua destilada, para esta prueba en vez de usar agua de la llave?

**Trabajo asignado para contestar en su libreta de ciencia.
Haz uso del Internet para investigar sobre lo siguiente:**

Desinfectación y purificación del agua

- Además del cloro, ¿qué otros medios de desinfectación y purificación de agua existen? Observa la etiqueta del agua destilada y busca los medios utilizados en esa muestra de agua.
- ¿Cómo se desinfecta el agua potable y de desperdicios en las plantas de tratamiento de Puerto Rico?

Hierro en nuestros cuerpos de agua

- ¿Cuáles son algunos de los mayores usos que se le da hoy día al hierro, principalmente en estado líquido?
- ¿De qué forma puede llegar el hierro a los cuerpos de agua y a nuestra agua? ¿Qué efecto puede tener el hierro en la salud humana?
- ¿Existen técnicas para la remoción de hierro del agua? ¿Sabes si se están usando en Puerto Rico?

Nanotecnología

- ¿Para qué se está empleando la nanotecnología en Puerto Rico y el Mundo?
 - ¿De qué están compuestas la mayoría de las nanopartículas en nuestros equipos electrónicos?
 - ¿Qué se hace con los equipos electrónicos dañados u obsoletos?
14. ¿Existe alguna regulación para manejar y disponer de estas nanopartículas?

Integración con Química

- Buscar la reacción química que ocurre entre Cl y Hierro.
- Analiza el tipo de reacción que se lleva a cabo, los reactivos y los productos.

Los Residuos de la Tecnología y Nuestra Agua Potable (Investigando el Efecto del Hierro)

(Hoja del estudiante)

Instrucciones para realizar el Laboratorio

Materiales

1. Agua potable (de la llave)
2. Agua destilada
3. Hierro líquido (se encuentra en la farmacia como suplemento “Ferrous Sulfate Elixir”)
4. Clorox (blanqueador regular comercial) al 5.25mg/L concentración. (también puede usarse el Clorox Toilet Bowl Cleaner- con blanqueador al 2.4mg/L de concentración)
5. Kit de análisis de cloro y pH, 3- Way Test Kit de Aqua chem, o cualquier otro kit de medición de cloro y pH por color.
6. pipetas o jeringa que mida en mililitros
7. gotero

A. Comparando parámetros de calidad (pH y Concentración de cloro) entre agua potable de la llave y destilada:

1. Siguiendo las instrucciones del (3-Way Test Kit) obtenga las medidas de pH y Cloro del agua potable y agua destilada. Llene una cubeta del Kit con agua destilada y la otra con agua de la llave, hasta la línea que indica cada cubeta.
2. Añada a cada cubeta 5 gotas de Orthotolidine (indicador de cloro), tape y mueva de un lado a otro suavemente por 5 segundos. Compara el color obtenido con las barras de color. Anota tu valor en cloro libre y espera 3 minutos. Después de 3 minutos anota el color en cloro total. La lectura ideal es de 1.0 a 1.5 partes por millón (ppm).
3. Descarta el agua en lugar dispuesto por tu maestra y enjuaga las cubetas con agua.
4. Repite el mismo procedimiento pero esta vez le añades 5 gotas de PHENOL RED a cada cubeta y mueves de arriba abajo. Anota el valor mas parecido en la columna de colores para pH. Descarta y enjuaga.
5. En base a tus resultados obtenidos contesta las preguntas de discusión.

B. Observando el efecto del hierro en el pH del agua:

1. Llena las dos cubetas con agua potable hasta la línea y añade una gota de hierro solo a la cubeta al lado de la barra de colores de pH. Cierra ambas cubetas y mueve de arriba hacia abajo.
2. Añade 5 gotas de indicador de pH a cada cubeta, cierra y mueve de arriba para abajo.
3. Compara los colores en cada cubeta con la barra de colores de pH y anota los valores correspondientes de pH.
3. Analiza los datos obtenidos y contesta las preguntas de discusión.

Usando la nanotecnología para validar los valores de pH obtenidos con otra tecnología.

Materiales

5. Sensor de pH de Vernier
6. LabQuest de Vernier
7. Vasos o beacker
8. Botella de lavado con agua destilada

Procedimiento

8. Vierte las muestras dentro de las cubetas para la prueba B en envases más anchos. (Vasos, beakers, etc.)
9. Enciende el LabQuest y conecta el sensor de pH.
10. Una vez que el equipo detecte el sensor, coloca el sensor de pH dentro del envase y oprime la flecha verde (play) para que detecte un valor.
11. Aparecerá una gráfica que se está formando y al cabo de 100 segundos aproximadamente se detendrá.
12. Anota el valor de pH en la parte superior derecha.
13. Compara este valor con el valor anterior de pH. ¿Qué observas?
14. Repite estos pasos para la otra muestra. No olvides lavar el sensor.

C. Observando el efecto del hierro en la concentración de cloro en el agua:

1. Llena las dos cubetas con agua potable hasta la línea y añade una gota de hierro solo a la cubeta al lado de la barra de colores de cloro. Cierra ambas cubetas y mueve de arriba hacia abajo.
2. Añade 5 gotas de indicador de cloro a cada cubeta, cierra y mueve de arriba para abajo.

3. Compara los colores en cada cubeta con la barra de colores de cloro y anota los valores correspondientes de cloro libre.
4. Mueve las cubetas cerradas cada minuto por tres minutos. Al cabo de 3 minutos, compara el color con la barra de cloro y anota el valor.
5. Analiza los datos y contesta las preguntas de discusión.

D. Haciendo Diluciones (Integración de Ciencia y Matemáticas):

Llena la cubeta de agua destilada y añade una gota de Clorox™. Cierra y mueve de arriba para abajo. Añade 5 gotas de indicador de cloro y compara el color con la barra de colores para cloro.
¿Qué sucede? ¿Puedes conseguir un valor de concentración de cloro?

Los instrumentos para realizar medidas experimentales, muchas veces están limitados por unos rangos de valores máximos y mínimos. En estos casos hay que diluir la muestra para obtener una medida que pueda ser detectada por nuestro instrumento.

Haciendo la dilución

1. Toma 5ml de la solución de cloro y mezcla con 5ml de agua destilada. Si tu cloro está en una concentración de 2.4ppm como es el caso de Clorox Toilet Bowl. Estarías bajando su concentración a la mitad [1.2] ppm de cloro. Si tomas 5 ml de la nueva solución y le añades 5 ml de agua destilada, estarías bajando nuevamente la concentración a la mitad [.6]ppm. ¿Cuántas diluciones tienes que hacer para obtener una concentración de .075ppm? _____
2. Una vez obtienes una muestra de cloro a una concentración de .075ppm, añade una gota a una cubeta llena de agua destilada. La cierras, mueves y observa si ahora puedes obtener una medida más precisa. Trata de obtener la concentración que te ofrezca valores menores de 5ppm y mayores de 1.5ppm.

Ahora realiza la prueba de cloro vs. hierro.

1. Llena las cubetas con agua destilada y añade una gota de hierro al agua que está justo al lado de la barra de colores de cloro. Añade una gota de cloro con nueva concentración a cada cubeta, y revuelve.
2. Echa las 5 gotas de indicador de cloro a cada muestra, cierra y mueve de arriba para abajo. Compara colores con la barra de colores instantáneamente para cloro libre y a los 3 minutos para cloro total.
3. Anota tus observaciones.

Nombre del Estudiante: _____ Grupo: _____ Fecha: _____

Compañeros de Trabajo: _____

Los Residuos de la Tecnología y Nuestra Agua Potable
(Investigando el Efecto del Hierro)

Discute lo siguiente con tu grupo de Trabajo:

A. Comparando parámetros de calidad (pH y Concentración de cloro) entre agua potable de la llave y agua destilada:

1. ¿Existe alguna diferencia entre el pH y el Cloro, del agua destilada y el agua de la llave? Explica.

2. ¿Por qué razón se le añade cloro al agua potable?

3. Lee la información en la botella del agua destilada. ¿Cómo se desinfecta esta agua?

4. ¿Cuál tipo de agua contiene el pH más cercano al ideal?

B. Observando el efecto del hierro en el pH del agua:

1. Al añadir hierro al agua, este hace que se vuelva más (ácida/ básica).
¿Qué problema puede causar el cambio de pH en un ecosistema acuoso?

2. ¿Por qué se dice que el pH ideal es aquel cercano a 7?

C. Observando el efecto del hierro en la concentración de cloro en el agua:

1. Al añadir hierro al agua, ¿qué pasó con la concentración de cloro?

2. ¿Qué problema puede ocurrir en las plantas de tratamiento de agua potable y usada, si llegara mucha cantidad de hierro en el agua? ¿Cuál sería el riesgo para el ambiente y los seres humanos?

D. Haciendo Diluciones (Integración con Química y Matemáticas):

1. ¿Puedes llegar a resultados similares a la primera prueba (Prueba A)? ¿Cuáles podrían ser las razones para diluir una sustancia o muestra en investigación?

2. ¿Qué beneficio podría tener el que use agua destilada con cloro añadido para esta prueba, en vez de usar agua de la llave?

