

IMPACTO DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESPERDICIOS SÓLIDOS:

CALIDAD DEL AGUA

UNIDAD 6

Análisis del agua

Nivel secundario



Autores: Betzaida Ortiz, Adaíl Alicea Martínez, José De Jesús Rosa

Revisores: Marta Fortis, Edwin Morera, Jorge Ortiz

Evaluadores: Milagros Bravo, Pascua Padró

MAYO 2013

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|---------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| GUÍA DEL MAESTRO | 2 |
| | |
| Objetivos específicos de aprendizaje | 3 |
| Estándares, expectativas y especificidades por grado | 3 – 6 |
| Trasfondo de ciencias y matemáticas | 6 – 11 |
| Proceso Educativo | 12 – 31 |
| Inicio | 12 – 13 |
| Actividad de exploración | |
| Desarrollo | 13 – 28 |
| Actividad #1: Análisis físicos y químicos de la calidad del agua | |
| Actividad #2: ¿Indigestión? | |
| Actividad de extensión: Comparando las concentraciones de H ⁺ (Hidronio) cuando cambia el pH de una solución acuosa | |
| Cierre | 29 – 31 |
| Actividad de Cierre | |
| | |
| BIBLIOGRAFÍA | 32 |
| | |
| GUÍA DEL ESTUDIANTE | 33 – 44 |
| | |
| APÉNDICE | 45 – 46 |
| Pre/pos prueba | |
| Información adicional | |

INTRODUCCIÓN

En esta unidad se presenta al participante¹ una actividad para cada una de las partes del proceso educativo: inicio, desarrollo y cierre, con el fin de entender el impacto de la disposición final de desperdicios sólidos en la calidad del agua. Los temas que se abordan en esta unidad forman parte del currículo de ciencias con la integración de la matemática en los grados 7mo y 8vo primordialmente, pero se atienden hasta el 12mo. Se utiliza el contexto del agua como eje principal alrededor del cual se trabajan los conceptos.

Se presentan actividades que sirven para desarrollar experimentos en el laboratorio que permitan la medición de diferentes parámetros físicos y químicos de calidad de agua de manera que se pueda concluir qué cambios en estos parámetros afectan la calidad de la misma. Es necesario que para mantener unos niveles de calidad de agua altos se cumplan con los estándares de cada uno de estos parámetros. En el caso de la integración de las matemáticas, se realizarán estimaciones de ocurrencia de eventos, respecto a las actividades y relacionarán la razón de valores entre logaritmos y exponentes.

Profundizando en temas de pertinencia académica y de importancia socio-ambiental se pretende que los maestros, y luego sus estudiantes, logren el entendimiento de estos temas estudiados y reconozcan la importancia que tiene la ciencia en la sociedad. Se espera que al final de la unidad, el participante sea capaz de transferir lo aprendido al salón de clases e integrar las matemáticas y las ciencias de manera eficaz. Para el mejor entendimiento de la unidad se hace uso de los tres principios de aprendizaje: conocimiento previo, profundidad y meta-cognición, los cuales servirán de apoyo al maestro a la hora de desarrollar el tema dentro del salón de clases.

Trabajando con este contexto aprenderemos sobre procesos científicos que son pertinentes y podremos desarrollar proyectos de investigaciones futuras.



¹ Se utilizará el masculino para referirnos a los/as maestros/as, los/as estudiantes, los/as participantes y el/la capacitador/a.

GUÍA DEL MAESTRO

MATERIA: Ciencia y Matemática

NIVEL/GRADO: Secundario / Grados 7mo-12mo

MACRO CONCEPTO DE CIENCIA: Las propiedades físicas y químicas de la materia

CONCEPTO PRINCIPAL: Calidad de agua

CONCEPTOS SECUNDARIOS: turbidez, color, sabor, olor, temperatura, pH, medición, estimación y función logarítmica.

CONTENIDO PREVIO: agua potable, acidez, reglas de seguridad, definición de logaritmo

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE APRENDIZAJE:

A través de la unidad, los participantes:

- Analizarán y desarrollarán experimentos de laboratorio que permitan la medición de diferentes parámetros físicos y químicos de calidad de agua de manera que se pueda concluir que cambios en estos parámetros afectan la calidad de la misma.
- Realizarán estimaciones de ocurrencia de eventos, respecto a las actividades y relacionarán la razón de valores entre logaritmos y exponentes.

ESTÁNDARES Y EXPECTATIVAS

Cada actividad de esta unidad está alineada a los Estándares de Contenido y Expectativas de Grado que se cubren según el Programa de Ciencias y el Programa de Matemáticas del Departamento de Educación de Puerto Rico.

CIENCIAS

Séptimo grado

Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad

NC.7.1.2 Realiza observaciones cuantitativas y cualitativas.

NC.7.4 Utiliza herramientas tecnológicas para la búsqueda de información en la solución de problemas e investigaciones científicas.

Octavo grado

Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad

N.C.8.7 Utiliza prácticas seguras en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo de laboratorios.

NC.8.7.2 Utiliza correctamente equipos e instrumentos.

La Conservación y el Cambio

N.C.8.1.2 Reconoce que los sistemas naturales sufren y producen cambios.

Noveno grado

Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad

N.C.9.2 Utiliza instrumentos de medición para obtener información y la expresa en diferentes unidades de medida.

Undécimo grado

Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad

NC.11.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida.

N.C.11.4 Utiliza prácticas de seguridad en los laboratorios de Ciencia y en el campo de la investigación.

Ciencias Ambientales

Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad

NC.A.1 Aplica destrezas matemáticas y los procesos de la ciencia en el uso de la metodología científica.

NC.A.2.2 Propone formas efectivas para concienciar y promover posibles soluciones a problemas ambientales tales como contaminación al aire, agua, manejo de desperdicios, protección de especies y recursos al igual que el desarrollo sostenible.

NC.A.3 Utiliza prácticas de seguridad en los laboratorios, actividades de campo y en la investigación.

NC.A.3.3 Aplica y explica el procedimiento correcto en el uso de los aparatos científicos disponibles en el laboratorio.

NC.A.3.5 Conoce y aplica procedimientos correctos para la recolección y manipulación de muestras de agua, suelo y aire.

La Estructura y los Niveles de Organización de la Materia

E.M.A.3.9 Explica la importancia del agua para los organismos y la necesidad de proteger este recurso.

Matemáticas

Numeración y Operación

N.SN. 7.4.2 Interpreta y utiliza razones en diferentes contextos para mostrar las relaciones de dos cantidades usando la notación apropiada (a/b , $a:b$).

N.SN.7.4.3 Describe una proporción como dos razones equivalentes, escribe y resuelve una proporción al solucionar problemas que se relacionen con factores de conversión de escalas y medidas, por cientos y probabilidades.

Algebra

A.CA.8.8.2 Analiza situaciones matemáticas y del mundo real, determina si puede describirse por un modelo lineal, y determina la razón de cambio constante y desarrolla e interpreta la función lineal que modela la situación.

Medición

M.UM.7.14.2 Compara pesos, capacidades, medidas geométricas, tiempos y temperaturas dentro y entre sistemas de medidas.

M.UM.8.12.2 Determina cómo las medidas son afectadas por cambios en la escala y sus dimensiones.

Análisis de datos y probabilidad

E.RD.7.16.1 Formula una pregunta simple que involucre dos atributos.

E. RD. 7.17.3 Identifica, describe y construye gráficas para representar datos de dos variables (tablas para dos variables, diagramas de caja

paralela, diagramas de tallo y hoja dobles para una variable categórica y una variable numérica; y diagramas de dispersión, con la línea de tendencia apropiada.

E.RD.7.16.4 Identifica dos atributos donde recolectar los datos, decide cómo medir estos atributos para responder la pregunta formulada y determina el proceso de recolección de datos.

E.RD.7.17.1 Clasifica cada atributo como variable cuantitativa o cualitativa.

TRASFONDO DE CIENCIAS

El agua se define como una sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno; es líquida, inodora, insípida e incolora (RAE, 2012). Es un componente esencial para los organismos vivos. Sin embargo, con un aumento en población, en las actividades humanas, contaminación atmosférica, contaminación del suelo, como por ejemplo, por desperdicios sólidos, la calidad del agua puede verse afectada y por ende, la salud humana. Los desperdicios sólidos, ya sea por los lixiviados que se producen o por los mismos desperdicios, pueden contaminar las aguas superficiales y las subterráneas ocasionando una disminución en la calidad del agua.

Para garantizar la calidad del agua es necesario que ésta cumpla con una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos. Los parámetros físicos incluyen aspectos de color, olor, sabor, turbidez y temperatura, mientras que los parámetros químicos incluyen medidas de pH, oxígeno disuelto, salinidad y dureza. En el caso de los parámetros biológicos se miden por presencia de coliformes totales y fecales. Es necesario que para mantener unos niveles de calidad de agua altos se cumplan con los estándares de cada uno de estos parámetros.

Calidad de agua

El término calidad del agua es un concepto selectivo y complejo, difícil de definir en términos absolutos puesto que se determina en función de usos específicos. De esta forma, la calidad del agua puede definirse como: la capacidad de un cuerpo de agua para soportar apropiadamente usos benéficos,

entendiendo los usos benéficos como los modos en que se utiliza el agua por humanos o vida silvestre; ya sea como, bebida o hábitat. (Más información <http://educasitios.educ.ar/grupo096/?q=node/63>)



Turbidez: El agua puede ser turbia cuando recibe una determinada cantidad de partículas que permanecen algún tiempo en suspensión. Esto puede ocurrir como consecuencia de la lluvia que arrastra partículas de tierra hacia el río o como resultado de actividades del hombre tales como, minería (extracción de arena) y desagüe de residuos industriales. La turbidez de un río o depósito de agua puede ser confirmada recogiendo muestras de agua en un vidrio transparente que, después de permanecer en reposo por algunos minutos, podrá presentar una determinada cantidad de material depositado en el fondo conocido como sólidos sedimentables. (<http://www.seccoahuila.gob.mx/siplandi/basica/secundaria/CIENCIAS/Ciencias/Orientaciones/ENSENANZA%20DE%20LA%20CIENCIA/quimica/Bloque1/exp3/Pistas/turbidez.htm>)

Color: El color es una sensación que producen los rayos luminosos en los órganos visuales y que es interpretada en el cerebro. Se trata de un fenómeno físico-químico donde cada color depende de la longitud de onda.

Los cuerpos iluminados absorben parte de las ondas electromagnéticas y reflejan las restantes. Dichas ondas reflejadas son captadas por el ojo y, de acuerdo a la longitud de onda, son interpretadas por el cerebro. En condiciones de poca luz, el ser humano sólo puede ver en blanco y negro. (<http://definicion.de/color/#ixzz2DoRpaTzO>)

Sabor: Del latín *sapor*, el sabor es la sensación que producen los alimentos u otras sustancias en el gusto. Dicha impresión está determinada en gran parte por el olfato, más allá de la respuesta del paladar y la lengua a los componentes químicos. Por eso cuando una persona está congestionada siente que los alimentos no tienen sabor. Al ingerirse un alimento, los dientes y las muelas desmenuzan el contenido. Ese proceso desprende aromas que ascienden a la nariz a través de la faringe. Los sensores de la lengua, mientras tanto, también captan los sabores de las sustancias químicas. Los sensores situados en la lengua se conocen como papilas gustativas. Cada persona tiene cerca de 10.000 papilas, capaces de detectar los sabores básicos (salado, dulce, ácido o amargo). Los olores, en cambio, son muchos más variados. (<http://definicion.de/sabor/#ixzz2DoSSnIRJ>)

Olor: El olor es una percepción de las sustancias químicas volátiles en el aire que respiramos. Estimula las células receptoras en nuestro sistema olfativo. El cerebro interpreta este estímulo como un olor. (http://env.alpha-mos.com/es/odeurs_nuisances/definitions.php)

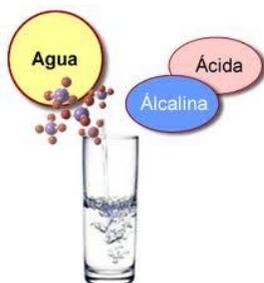
Temperatura: En física se define como la cualidad que representa el estado térmico de los cuerpos y es un valor indicativo de la energía cinética de las moléculas de dichos cuerpos. Las sustancias a elevadas temperatura comunican energía calórica a todas las inmediatas y próximas que están a más baja temperatura. Las variaciones de temperatura producen en los cuerpos diversos fenómenos, como la dilatación y contracción, variación en la resistencia eléctrica, etc., en las cuales se basan los instrumentos destinados a su medición (termómetros).



Existen cuatro escalas de temperaturas: Celsius o centígrada, en la que se toma el 0° coincidente con el punto de fusión del hielo y el 100° con el punto de ebullición del agua a la presión atmosférica normal; cada una de las cien divisiones entre ambos puntos constituye un grado centígrado (C). La escala Fahrenheit, en la que los puntos de fusión del hielo y de ebullición del agua están en los 32 y 212, respectivamente, y cada

una de las 180 divisiones entre ambos puntos constituye un grado Fahrenheit (F). Esta escala se usa solo en los países de habla inglesa.

(http://www.alegsa.com.ar/Definicion/de/temperatura_fisica.php)



pH: (Potencial de hidrógeno) es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ presentes en determinadas sustancias. La sigla significa "potencial de hidrógeno" (**p**ondus **H**ydrogenii o **p**otentia **H**ydrogenii; del latín *pondus*, n. = peso; *potentia*, f. = potencia; *hydrogenium*, n. = hidrógeno). Este

término fue acuñado por el químico danés Sorensen, quien lo definió como el opuesto del logaritmo en base 10 de la actividad de los iones hidrógeno.

(<http://es.wikipedia.org/wiki/PH>)

CONCEPCIONES ERRONEAS

A continuación se exponen algunas de las ideas erróneas relativas al agua:

- Evaporación y precipitación: el agua se evapora únicamente de los mares y océanos cuando hace calor. Sin embargo, no consideran el papel desempeñado por el Sol dentro del ciclo (Cardak, 2009).
- Muchos alumnos no entienden la diferencia entre aire y vapor de agua y suelen pensar que las nubes están formadas únicamente por vapor de agua (Bar y Travis, 1991, Bar y Galili, 1994).
- Porosidad y permeabilidad: Las aguas subterráneas se almacenan en grandes lagos subterráneos (Agelidou *et al.*, 2001).
- Flujo de las aguas subterráneas: se trata o bien de aguas estáticas que “capturadas” en las rocas no se mueven, o bien de aguas dinámicas que forman ríos subterráneos (Agelidou *et al.*, 2001). En muchos casos ni siquiera son consideradas como parte del ciclo del agua (Fernández-Ferrer *et al.*, 2008).

- Aguas superficiales y escorrentía superficial. No se han detectado grandes errores, aunque sería importante incidir más sobre la acción modeladora del agua en el paisaje.
- Factor antropogénico: la mayoría de los alumnos no consideran la afección que el ser humano causa en las aguas superficiales y subterráneas. (Ben-zvi-Assarf y Orion, 2005).
- El frío es algo que se puede transferir de un cuerpo a otro.
- El calor y el frío son sustancias. (En el sentido de que son como el agua que puede fluir dentro de una tubería, el frío y el calor pueden fluir dentro de un metal)
- Un cuerpo frío no contiene calor (frío se define como ausencia de calor)
- Calor y temperatura se refieren a lo mismo.
- Temperatura y calor no están relacionados con transferencia de energía.
- La temperatura de un cuerpo depende de su tamaño.
- El proceso de calentar siempre conduce a un aumento de temperatura.
- El calor sólo se “mueve” de abajo hacia arriba (como la convección en el agua).
- El punto de ebullición del agua es únicamente 100°C.
- El hielo está a 0°C y no puede cambiar su temperatura.
- El agua no puede estar a 0°C.
- El vapor está a más de 100°C.
- Los objetos que se calientan rápidamente no necesariamente se enfrían rápidamente.
- Las burbujas en el proceso de ebullición del agua contienen aire u oxígeno.
- Materiales diferentes contienen la misma cantidad de calor.

TRASFONDO DE MATEMATICAS

Función logarítmica

La función logarítmica, dentro de las matemáticas es muy importante a pesar de su poco conocimiento en otras disciplinas como la biología, la química, la economía, entre otras. Esta función constituye un instrumento poderoso en la práctica del cálculo

numérico. Por ser la recíproca (función inversa) de la función exponencial, esta función tiene más presencia en los fenómenos observables de la naturaleza. Así por ejemplo, aparece en la reproducción de una colonia de bacterias, la desintegración de una sustancia radiactiva, el crecimiento demográfico, la inflación, la capitalización de un dinero colocado a interés compuesto, etc. La múltiple aplicabilidad de esta función solo es reconocida a veces por los matemáticos y es menester llamar la atención en los otros campos de la ciencia y su utilización en la sala de clases.

¿Qué es un Logaritmo?

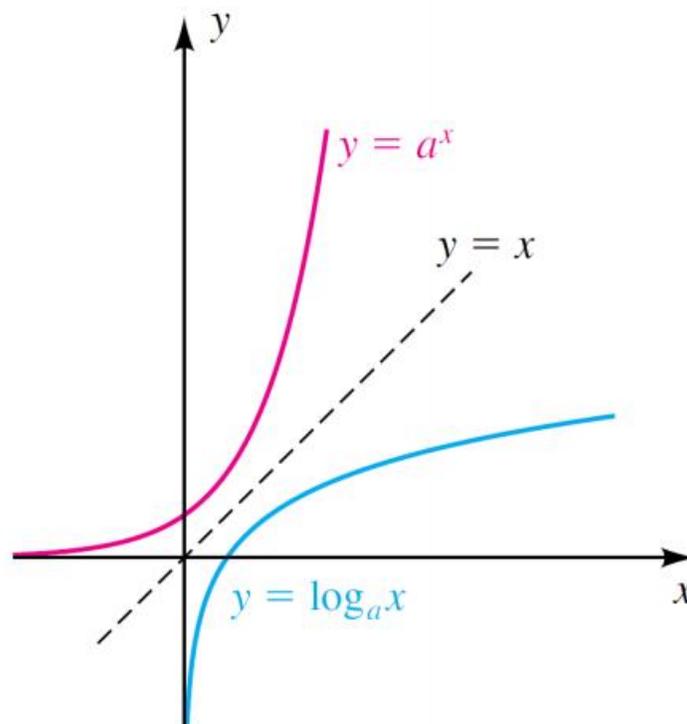
Si $y = a^x$, entonces, se define: $\log_a y = x$

y se lee: “el logaritmo del número y en la base a es igual a x ” (otra forma de leerlo es “el logaritmo base a evaluado en y es igual a x ”)

¿Qué es una función logarítmica?

Una función es logarítmica si es del tipo: $y = \log_a x$ donde $a > 0$ es distinto de 1

Función logaritmo: $y = \log_a x, 0 < a < 1$



PRE-PRUEBA

Se entregará a cada participante una pre-prueba y se le dará un máximo de 15 minutos para contestarla de manera individual.



PROCESO EDUCATIVO

INICIO

ACTIVIDAD DE EXPLORACIÓN

El capacitador presentará a los participantes dos vasos de cristal transparente. El primer vaso tendrá una solución de Kool-Aid® de uva mezclado con algún otro jugo que lo haga parecer una sustancia que no merezca ser ingerida, y el segundo vaso tendrá una mezcla de agua y peróxido de hidrógeno. Luego de que los participantes observen los dos vasos con las mezclas, se realizarán las siguientes preguntas:

1. ¿De cuál de los dos vasos bebería su contenido? ¿Por qué?
2. ¿Qué tipo de análisis le realizaría a los contenidos?
3. ¿Qué sustancias podrían estar presentes en el vaso con color de ser ésta una muestra tomada en el río cercano al Hoyo de Minga?
4. ¿Qué usted haría para que ese vaso contaminado deje de estarlo? ¿Cómo removería el contaminante?

Utilice las pizarritas con marcadores para obtener de todos los participantes respuestas instantáneas de algunas de las preguntas anteriores.

Debe identificar las concepciones erróneas e ir retándolas durante el desarrollo de la capacitación.

Luego se realizará una discusión socializada acerca de la calidad de agua y los parámetros que se utilizan para determinar la misma. Se debe obtener de los participantes: los conceptos de color, sabor, olor, turbidez, pH; utilizando como ejemplo el vaso con la mezcla de jugos y el vaso con la mezcla de agua y peróxido de hidrógeno. Se trabajará con la importancia de estudiar los parámetros para determinar si una sustancia es tóxica o peligrosa antes de entrar en contacto directo con la misma.

DESARROLLO

Actividad 1: Análisis físicos y químicos de la calidad del agua

(Hoja de trabajo #1)

Objetivo: Desarrollar pruebas de laboratorio para analizar la calidad del agua

Materiales por grupo:

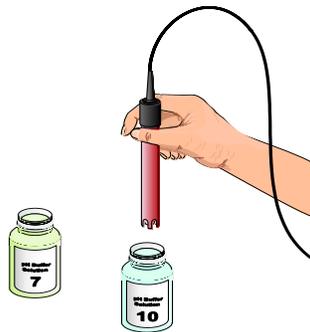
- 2 vasos de cristal transparentes o vasos de análisis
- 1 galón de agua
- 1 botella de agua oxigenada (peróxido de hidrógeno)
- 1 sensor de pH (ver lámina # 1)
- solución amortiguadora de ph 7.00
- solución amortiguadora de ph 10.00
- papel toalla
- calculadora gráfica con programado easy data
- interfase easy link

Procedimiento

1. Esta actividad se debe realizar en grupos de 4 ó 5 participantes.
2. Cada grupo debe tener un líder, un anotador y dos o tres investigadores. El líder se hará cargo de los materiales que le provea el capacitador.
3. Coloca el sensor de pH en la interfase EASY LINK.



4. Conecta la interfase a la calculadora gráfica y asegúrate de que todos los cables estén bien conectados. El programado EASY DATA se iniciará inmediatamente, reconociendo el sensor correspondiente.
5. En el menú principal, selecciona **SETUP** y la opción **pH**. Selecciona Calib para calibrar el instrumento. Escoge la opción Edit y en ella la opción **Two point live**.
6. Coloca la sonda del sensor de pH en una solución amortiguadora de pH 7.00. Cuando la lectura de voltaje se estabilice, presiona **Keep**.
7. En **Enter Reference**, entra "7" como el valor de pH de esta solución y marca **OK**.



8. Remueve el sensor de la solución amortiguadora y enjuaga la sonda con agua destilada.
9. Inserta la sonda del sensor de pH en una solución amortiguadora de pH 10.00. Cuando la lectura de voltaje se estabilice, presiona **Keep**.
10. En **Enter Reference**, entra "10" como el valor de pH de esta solución. Selecciona OK en tres ocasiones para volver a la pantalla inicial.
11. En **Setup**, selecciona la opción Single Point para leer el valor de pH de tu muestra.
12. Ya puedes utilizar el instrumento. Prepara un flujograma describiendo la utilización del instrumento y entrégalo cuando se te solicite.
13. Recoge una porción de agua del ecosistema que tienes asignado. Inserta la sonda en tu muestra de agua. Selecciona **Start** para iniciar la medida. Después de 10 segundos, el valor del pH de la muestra aparecerá en la pantalla. Anótalo.
14. Repite la medida de pH en dos ocasiones adicionales.

15. Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Fueron los resultados de tus muestras consistentes? ¿Por qué si o por qué no?
- ¿Cómo explicas el valor de pH de tu muestra de agua?
- ¿Cómo explicas el valor de pH de tu muestra de agua oxigenada?
- Comparte tus datos y observaciones con los otros cuatro grupos.
- ¿Qué investigaciones podrías realizar utilizando los procesos que realizaste?

La actividad puede proveer un espacio para que los participantes discutan acerca de los datos obtenidos de pH de las diferentes muestras y establezcan un escenario en el cual las condiciones del ambiente sean distintas. Esto pudiera ser un trabajo de investigación que pudieran realizar en la sala de clases.

Situación: En la siguiente foto observas que en un vertedero hay materia orgánica mezclada con materia sólida desconocida (óvalo). ¿Sería viable utilizar ese material vegetal como materia orgánica en una finca agrícola?



En este momento el capacitador comienza una discusión socializada con los participantes utilizando el proceso de inquirir. Se les hará preguntas para explorar conocimiento acerca del tema y corregir errores conceptuales. Al final de esta sección aparece información relacionada a los temas preguntados.

Además de todos los contaminantes que pueden existir en un basurero, el efecto del pH es otro agravante respecto a la calidad de agua.

¿Cómo el pH afecta la calidad del agua que ingerimos?

Hemos escuchado hablar de la lluvia ácida. Pero, ¿cómo se forma?, ¿qué condiciones deben estar presentes?

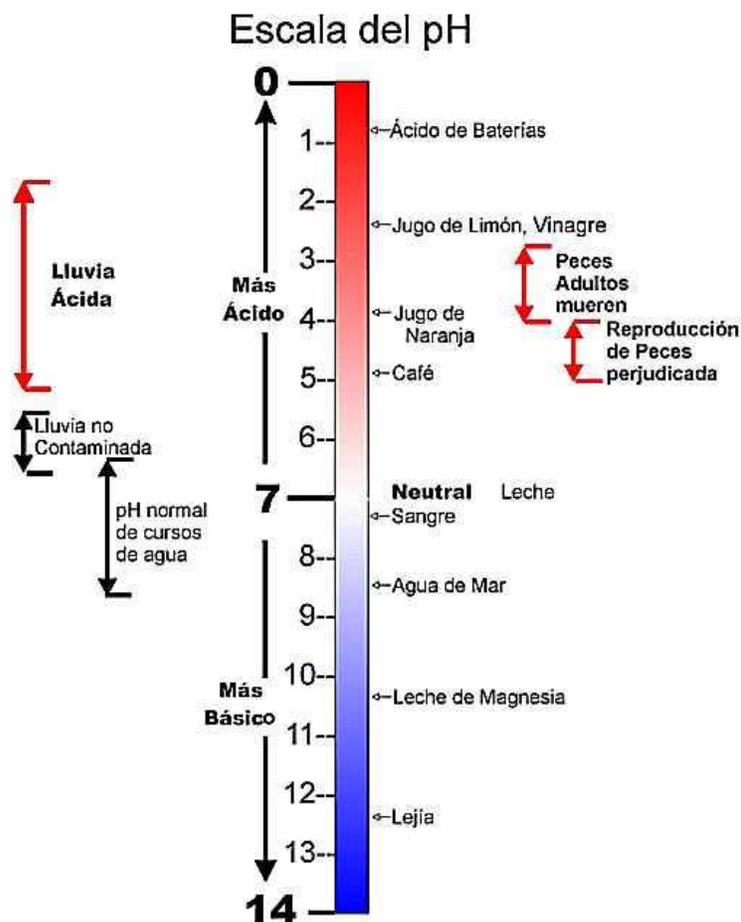
En Puerto Rico, cercano a las petroquímicas, por ejemplo, existen lugares donde se ha registrado lluvia de este tipo. ¿Cómo medimos esto?

En química, el pH es una medida de la actividad del ión de hidrógeno. Esto mide la concentración del ión hidrógeno. El agua pura tiene un pH bien cercano a 7 a 25°C.

¿Qué significa ese número en término de la alcalinidad o acidez del agua pura?

Las soluciones con pH menor de 7 son consideradas ácidas, mientras las que tienen pH mayor de 7 son consideradas alcalinas o básicas. La escala de pH va desde 1 que sería considerado un ácido muy fuerte hasta 14 que sería una base muy fuerte.

¿Qué ejemplos conocen de sustancias ácidas o básicas en su diario vivir?



¿Cómo se obtiene ese valor del pH?

Los valores son obtenidos midiendo la diferencia en potencial entre el electrodo de hidrógeno y un electrodo estándar como uno de cloruro de plata. Las medidas para pH de soluciones acuosas pueden ser hechas con un electrodo de cristal y un metro de pH o utilizando indicadores ya preparados para esto. Además, mediante una titulación que es un método para determinar la cantidad de una sustancia presente en solución.

Lluvia ácida

La lluvia ácida se forma cuando la humedad en el aire se combina con los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre emitidos por fábricas, centrales eléctricas y vehículos que queman carbón o productos derivados del petróleo. En interacción con el vapor de agua, estos gases forman ácido sulfúrico y ácidos nítricos. Finalmente, estas sustancias químicas caen a la tierra acompañando a las precipitaciones, constituyendo la lluvia ácida.

Los contaminantes atmosféricos primarios que dan origen a la lluvia ácida pueden recorrer grandes distancias, siendo trasladados por los vientos cientos o miles de kilómetros antes de precipitar en forma de rocío, lluvia, llovizna, granizo, nieve, niebla o neblina. Cuando la precipitación se produce, puede provocar importantes deterioros en el ambiente.

La lluvia normalmente presenta un pH de aproximadamente 5.65 (ligeramente ácido), debido a la presencia del CO_2 atmosférico, que forma ácido carbónico, H_2CO_3 . Se considera lluvia ácida si presenta un pH de menos de 5 y puede alcanzar el pH del vinagre (pH 3). Estos valores de pH se alcanzan por la presencia de ácidos como el ácido sulfúrico, H_2SO_4 , y el ácido nítrico, HNO_3 . Estos ácidos se forman a partir del dióxido de azufre, SO_2 , y el monóxido de nitrógeno que se convierten en ácidos.



Los hidrocarburos y el carbón usados como fuente de energía, en grandes cantidades, pueden también producir óxidos de azufre y nitrógeno y el dióxido de azufre emitidos

por fábricas, centrales eléctricas y vehículos que queman carbón o productos derivados del petróleo.

Óxidos de Nitrógeno

El término óxidos de nitrógeno (N_xO_y) se aplica a varios compuestos químicos binarios gaseosos formados por la combinación de oxígeno y nitrógeno. El proceso de formación más habitual de estos compuestos inorgánicos es la combustión a altas temperaturas, proceso en el cual habitualmente el aire es el comburente.



Los óxidos de nitrógeno son liberados al aire desde el escape de vehículos motorizados (sobre todo diésel y de mezcla pobre), de la combustión del carbón, petróleo o gas natural, y durante procesos tales como la soldadura por arco, galvanoplastia, grabado de metales y detonación de dinamita. También son producidos comercialmente al hacer reaccionar el ácido nítrico con metales o con celulosa.

Los óxidos de nitrógeno, una vez liberados al aire por las combustiones (NO_x) forman, a través de reacciones fotoquímicas, contaminantes secundarios, por ejemplo el PAN (nitrato de peroxiacetilo), formando el smog fotoquímico o niebla tipo Los Ángeles, típica de las zonas con gran concentración de vehículos de motor.

Los óxidos también indica varios compuestos cuya combinación viene del oxígeno mezclado con el nitrógeno. Los óxidos de nitrógeno son usados en la producción de ácido nítrico, lacas, tinturas y otros productos químicos, como combustibles para cohetes, en la nitrificación de compuestos químicos orgánicos y en la manufactura de explosivos. Los motores que más los producen son los diésel y los motores de mezcla pobre.

Debido a sus efectos adversos en la salud se han regulado sus niveles con normas ambientales y/o sanitarias.

Titulación ácido - base

La titulación es un método para determinar la cantidad de una sustancia presente en solución. Una solución de concentración conocida, llamada solución valorada, se agrega con una bureta a la solución que se analiza. En el caso ideal, la adición se detiene cuando se ha agregado la cantidad de reactivo determinada en función de un cambio de coloración en el caso de utilizar un indicador interno, y especificada por la siguiente ecuación de la titulación.

$$N_A V_A = N_B V_B$$

Donde N y V es la normalidad y el volumen de ácido y de una base respectivamente. A este punto se le llama punto de equivalencia (Umland, 2000, p.139).

Normalidad, es una forma química de expresar concentración, que equivale al número de Equivalentes de una sustancia disuelta en un litro de disolvente

Un equivalente es la unidad de masa que representa a la mínima unidad que puede reaccionar. Por esto hay distintos tipos de equivalentes, según el tipo de reacción en el que interviene la sustancia formadora. Otra forma de definir al equivalente de una sustancia es como la masa de dicha sustancia dividida por su peso equivalente.

El peso equivalente es el peso molecular de la sustancia dividido entre el número de protones (si es un ácido), el número de hidroxilos (si es una base), el número de ligandos (si es una especie formadora de complejos), o el número de electrones que intercambia (si es un par redox).

En términos generales la reacción entre cantidades equivalentes de ácidos y bases se llama neutralización o reacción de neutralización, la característica de una reacción de neutralización es siempre la combinación de hidrogeniones que proceden del ácido, con hidroxiliones procedentes de la base para dar moléculas de agua sin disociar, con liberación de energía calorífica como calor de neutralización y formación de una sal.

En una expresión como la siguiente: Ácido + Base → Sal + Agua

Información adicional:

Un caso particular sería la reacción entre un ácido fuerte (HNO₃) y una base débil (Na₂CO₃).



Así pues, la titulación es un proceso en el cual la solución estándar (del patrón primario) se combina con una solución de concentración desconocida para determinar dicha concentración, la curva de titulación es la gráfica que indica como el pH de la solución cambia durante el transcurso de la misma (el pH se gráfica contra el volumen de base o ácido agregado).

Entonces podría entenderse como final de la titulación al momento en que el pH llegase a 7, sin embargo, esto está en función de la “fuerza” del ácido o la base que se están titulando.

Así cuando la neutralización se produce entre un ácido fuerte y una base fuerte, el pH en el punto de equivalencia es 7 ya que todos los iones han sido neutralizados.

Por otra parte, cuando la reacción ocurre entre una base fuerte y un ácido débil, el anión del ácido sufre una hidrólisis, por lo que el pH al que ocurre la neutralización es mayor que 7. Y en la situación contraria, entre ácido fuerte y una base débil, el catión de la base sufre una hidrólisis produciéndose iones hidronio, por lo que el pH es menor que 7. Para determinar éste punto (de equivalencia), podemos utilizar la curva de titulación potenciométrica de la reacción ácido-básica cuya gráfica resulta del pH del sistema contra volumen de ácido o de base agregados en la titulación (Umland, 2000, p.602).

En las titulaciones se pueden utilizar indicadores internos. Los indicadores son compuestos orgánicos de estructura compleja que cambian de color en solución a medida que cambia el pH. A continuación se describen algunos de ellos.

| INDICADOR | COLOR ÁCIDO | RANGO DE pH | COLOR ALCALINO |
|-----------------------|-------------|-------------|----------------|
| Azul de timol | Rojo | 1.2 – 2.8 | Amarillo |
| Anaranjado de metilo | Rojo | 3.1 – 4.5 | Amarillo |
| Verde de bromocresol | Amarillo | 3.8 – 5.5 | Azul |
| Rojo de metilo | Rojo | 4.2 – 6.3 | Amarillo |
| Papel de tornasol | Rojo | 5.0 – 8.0 | Azul |
| Azul de bromotimol | Amarillo | 6.0 – 7.6 | Azul |
| Azul de timol | Amarillo | 8.0 – 9.6 | Azul |
| Fenolftaleína | Incoloro | 8.3 – 10.0 | Rojo |
| Amarillo de alizarina | Amarillo | 10.0 – 12.1 | Alhucema |

Con esta tabla podemos comprobar que variando los indicadores nos puede llevar a determinar el valor de pH aproximado de una solución.

Actividad 2: ¿Indigestión?

Objetivo: Se explora el comportamiento que tiene el pH de una solución acuosa cuando se añaden tabletas de Alka Seltzer®.

Materiales por grupo:

- 1 vaso de cristal transparente de capacidad 400 mL
- 100 mL de agua potable
- 20 tabletas de Alka Seltzer®
- 1 sensor de pH
- papel cuadriculado

Procedimiento:

1. En el vaso de cristal se vierten 100 mL de agua.
2. Utiliza la Tabla # 1 para hacer tus estimaciones en la segunda columna de qué ocurrirá con el pH del agua cuando se le añaden tabletas de Alka Seltzer.

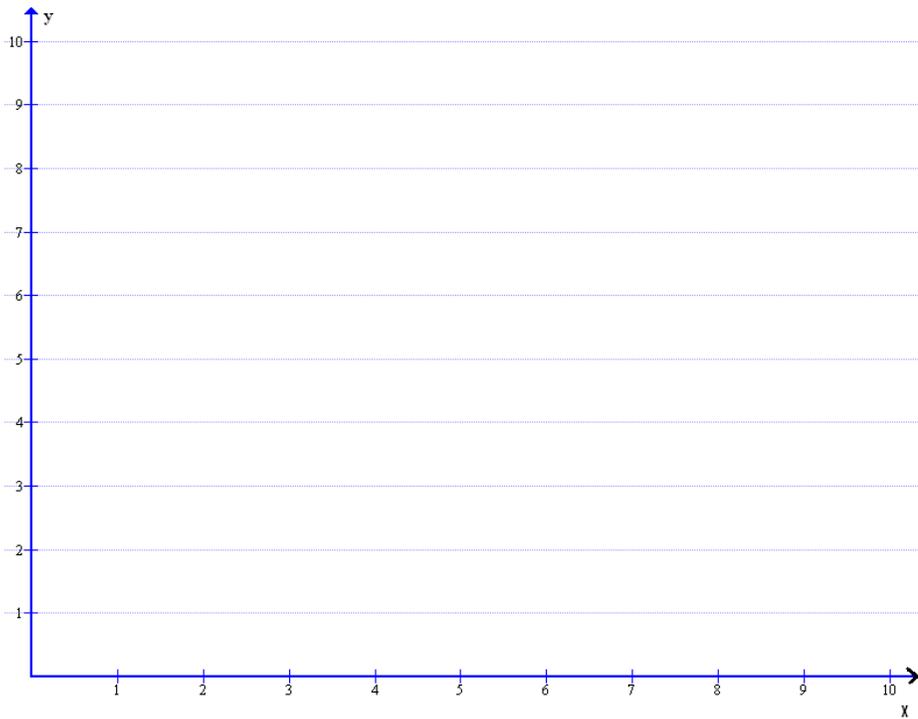
Tabla #1

| Número de tabletas de Alka Seltzer añadidas | pH estimado de la solución | pH determinado |
|---|----------------------------|----------------|
| | | |

| Número de tabletas de Alka Seltzer añadidas | pH estimado de la solución | pH determinado |
|---|----------------------------|----------------|
| 0 | | |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |

3. Se agrega una tableta de Alka Seltzer, se espera un minuto para que se diluya.
4. Se mide el pH de la solución.
5. Se registra la lectura en la tercera columna de la tabla.
6. Se repiten los pasos 3 al 5 hasta completar la tabla con 10 tabletas añadidas.
7. Utilizando los datos de la tabla, el participante deberá trazar una gráfica en el plano cartesiano, en donde la variable independiente es el número de tabletas y la variable dependiente el pH de la solución.

Gráfica # 1



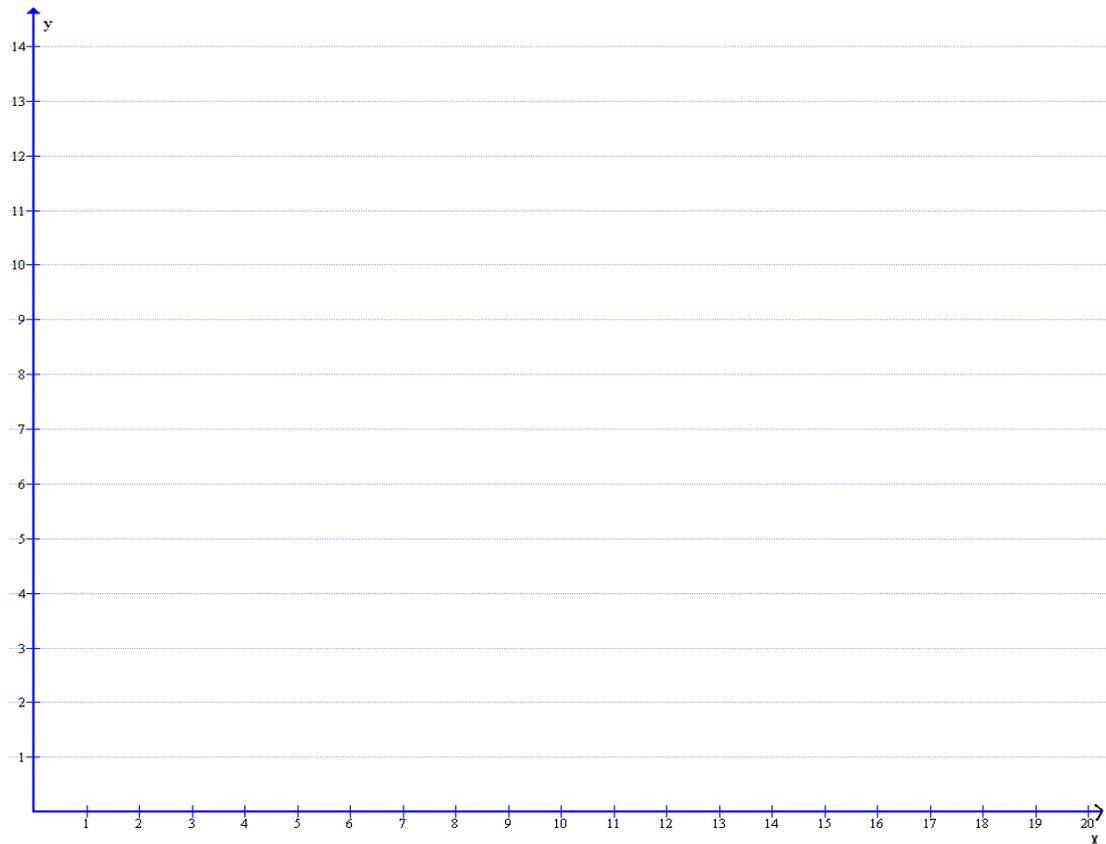
8. Preguntas:

- ¿Que tipo de gráfica (lineal, cuadrática, exponencial o logaritmo) se muestra en tu dibujo?
- Si fuéramos hacer el mismo procedimiento para 20 alka seltzer, ¿crees que la gráfica sería la misma?

9. Para precisar el modelo, se repiten los pasos 3 al 5 hasta completar la tabla con 20 tabletas añadidas en total.

10. Utilizando los datos de la tabla (luego de añadir 11 a 20 tabletas), el participante deberá trazar una gráfica 2 en el plano cartesiano, en donde la variable independiente es el número de tabletas y la variable dependiente el pH de la solución.

Gráfica # 2



11. Preguntas:

- ¿Que tipo de gráfica es la #2: lineal, cuadrática, exponencial o logaritmo?

- Explica brevemente alguna diferencia o similitud que tiene la gráfica primera versus la segunda?

En este punto, el capacitador deberá señalar que el comportamiento de la gráfica es logarítmico, comentar que esto es debido a que el pH de una solución es definido en términos de un logaritmo.

El capacitador puede dar la definición logarítmica del pH. El pH de una solución acuosa se define en términos de la concentración de H^+ , denotada H , como: $pH = -\log H$.

Actividad de Extensión: Comparando las concentraciones de H⁺ (hidronio) cuando cambia el pH de una solución acuosa

Situación hipotética:



La semana pasada se presentó en las noticias que en el río aledaño al Hoyo de Minga aparecieron decenas de peces muertos. La Junta de Calidad Ambiental envió a los inspectores a tomar muestras de agua para medir los parámetros de calidad. Al medir el parámetro de pH se dieron cuenta que hubo una disminución de 2 unidades en comparación con los niveles promedio conocidos del río (pH de 6 a 8). ¿Considera usted que el cambio en pH haya sido la causa principal para la muerte de los peces?

Desarrollo:

1. Debemos calcular en que factor aumentó o disminuyó la concentración de H⁺ (hidronio) en las muestras de agua (correspondiente al cambio de 2 unidades en el pH). Para esto, se utilizará la definición logarítmica de pH, la cual se presentó en la actividad anterior.
2. El capacitador solicitará a los participantes que contesten lo siguiente:
 - Se considera una solución acuosa que ha sufrido un cambio de 2 unidades en el pH, en este caso, de un pH inicial de 6.8 a un pH final de 4.8.
 - Se toman en cuenta la equivalencia fundamental entre logaritmos y exponentes:

$$y = \log x \leftrightarrow 10^y = x$$

- El pH de una solución acuosa se define en términos de la concentración de H⁺ (Hidronio), denotada por H , como $pH = -\log H$.

- I. La concentración de H⁺ (Hidronio) inicial H_i y concentración de H⁺ (Hidronio) final H_f , se pueden encontrar mediante los siguientes pasos. Identifique la propiedad matemática utilizada en cada paso.

$$6.8 = -\log H_i \quad \text{Sustitución del pH inicial en la definición}$$

$$-6.8 = \log H_i \quad \text{Multiplicando por (-1) en ambos lados de la igualdad}$$

$$10^{-6.8} = H_i \quad \text{Equivalencia fundamental entre logaritmos y exponentes}$$

$$4.8 = -\log H_f \quad \text{Sustitución del pH final en la definición}$$

$$-4.8 = \log H_f \quad \text{Multiplicando por (-1) en ambos lados de la igualdad}$$

$$10^{-4.8} = H_f \quad \text{Equivalencia fundamental entre logaritmos y exponentes}$$

- II. La razón $\frac{H_f}{H_i}$, para encontrar H_f en términos de H_i , se puede calcular como sigue. Identifique la propiedad matemática utilizada en cada paso.

$$\frac{H_f}{H_i} = \frac{10^{-4.8}}{10^{-6.8}} \quad \text{Dividiendo } H_f \text{ entre } H_i \text{ y sus valores respectivos}$$

$$\frac{H_f}{H_i} = 10^2 \quad \text{Propiedad de cociente de potencias con bases iguales}$$

$$H_f = 100H_i \quad \text{Multiplicando por } H_i \text{ en ambos lados de la igualdad}$$

- Brevemente puedes explicar qué significa el resultado anterior.

3. Luego de contestar las preguntas en el paso 2, se espera que los participantes visualicen que una disminución de 2 unidades en el pH corresponde a un cambio por un factor de 100 en la concentración de H^+ . Si los participantes no expresan esta observación, entonces el capacitador deberá señalarlo.
4. Una vez los participantes hayan visualizado que una disminución de 2 unidades en el pH corresponde a un cambio por un factor de 100 en la concentración de H^+ , el capacitador debe señalar que es muy probable que la muerte de los peces haya sido debida a este cambio drástico en la concentración de H^+ en el agua del río.

CIERRE

Actividad de Cierre: Protegiendo nuestros recursos acuáticos

(Esta actividad puede servir de ejemplo para realizar un proyecto similar en su escuela o comunidad)

Los participantes realizarán la lectura de la noticia publicada en **TRASH NEWS**.

Como proyecto se les solicitará a los participantes que desarrollen un opúsculo donde:

- a. presenten un problema ambiental. (Esto relacionado a algún desperdicio sólido que ellos hayan observado que esté afectando a los recursos hídricos en su comunidad)
- b. indiquen los factores adversos de dicho problema a los seres vivos
- c. presenten alternativas para resolver dicha situación.

Sería conveniente que los participantes antes de la actividad observen diversos cuerpos de agua si no es posible realizar un viaje de campo.

Al final de la actividad reflexione sobre los posibles efectos de mantener a la comunidad informada acerca de las repercusiones que puede tener no hacer nada por remediar la problemática.

TRASH NEWS

Agosto 2012

EDICIÓN ESPECIAL

VOL. 5 NO. 5

Nuestros vertederos y su impacto en la calidad del agua



En nuestros basureros, como se muestra en la foto de la izquierda, existen muchos desperdicios tanto de origen vegetal y otros los cuales se pudieron haber recuperado para evitar los grandes

volúmenes que se depositan en estas áreas. Estos materiales en la mayoría de las ocasiones pueden luego de estar presentes en este lugar y estar en contacto con sustancias peligrosas hacernos pensar si debemos removerlas y colocarlas en otro lugar.

Algunos de los compuestos presentes en el lugar son ácidos de batería, aceites de autos, tintes de cabello, agroquímicos entre otros. Una vez estos materiales llegan al vertedero, por ejemplo, ¿sería pertinente tratar de utilizarlos en otro lugar? Por ejemplo, ¿podemos llevar materia vegetal de un vertedero para utilizarla de composta en la agricultura?

Tenemos ante nosotros una situación ocurrida en Toa Alta, Puerto Rico en el Hoyo de Minga, donde los todos los líquidos residuales del vertedero municipal se han mezclado y han llegado a las



comunidades de Jurutungo Viejo y Villa Sin Miedo en el mismo municipio. Tu capacitadora fue como investigadora contratada por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) a tomar unas muestras de los líquidos mezclados que se han obtenido de allí. Este material es muy peligroso para el contacto humano; por lo tanto, que tenga cuidado. A continuación realizaremos diversos estudios a las muestras de agua que recolectó tu maestra. Se te proveerán los datos de los niveles apropiados para que el agua sea potable (o sea, que pueda ser apta para el consumo humano). Debes tomar en cuenta que la concentración en la que estos compuestos se encuentren en el agua va a determinar su estado de peligro para que sea apropiada para ingerirse. Tenga en mente que el agua es un recurso que se comporta en un ciclo. Por esta razón, el agua que descargas del inodoro va al alcantarillado, de ahí pasa por una Planta de Tratamiento que la desinfecta y se descarga en algún cuerpo de agua permitiendo su reuso. Por lo tanto, el agua puede volver a tu hogar luego de ser tratada. Debes tener esto en cuenta cuando vas a desechar artículos que resultan tóxicos para el recurso.

Formato para el opúsculo:

En este formato de opúsculo deberás presentar de forma concisa la problemática en el cual presentes una problemática relacionada

En la portada deberás colocar una foto que plantee una problemática de tu comunidad al igual que debes dar un nombre a tu grupo de protección ambiental.

NOTA: Este documento se debe imprimir sobre papel reciclado o enviarse por la vía virtual.

RÚBRICA

| Puntuación | Descripción | Valor otorgado |
|-------------------|---|-----------------------|
| 3 | Presenta los temas de contaminación en su área demuestra haber consultado a la literatura y presenta posibles soluciones al problema con fundamentos. | |
| 2 | Presenta temas de contaminación pero no cita la literatura y presenta algunas ideas de posibles soluciones. | |
| 1 | Presenta meramente temas de contaminación pero no presenta como resolver los mismos ni cita a la literatura. | |
| 0 | Presenta un listado de temas de contaminación. | |

POS/PRUEBA

Se administrará la misma para contestarla en 15 minutos. Una vez finalicen se discutirá la misma.

HOJA DE REACCION EVALUATIVA

Se entregará a cada participante. Una vez finalizada la devolverán al capacitador.

BIBLIOGRAFIA

Adams, J., et. al. (2010). Organización Mundial de la Salud. “Normas sobre agua, saneamiento e higiene para escuelas en contexto de escasos recursos”. Recuperado el 7 de junio de 2012, de http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243547794_spa.pdf

E-Code of Federal Regulations. “TITLE 40--Protection of Environment. CHAPTER I-- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Sub-Chapter D-Water Programs. Part 142-National Primary Drinking Water Regulations Implementations”. ”. Recuperado el 12 de junio de 2012, de http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=e60dd04aab911a367407f3c98e5510e2&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr142_main_02.tpl

“El agua potable”. Recuperado el 7 de junio de 2012, de http://www.elaguapotable.com/calidad_del_agua.htm

Mogollon, J.L. et. al. (1993). “Uso de los Parámetros Físico-Químicos de las Aguas Fluviales como Indicadores de Influencias Naturales y Antrópicas”. *INTERCIENCIA 18(5): 249-254*. Recuperado el 7 de junio de 2012, de http://www.interciencia.org/v18_05/comunicaciones.html.

Organización Mundial de la Salud. (2012). “Agua”. Recuperado el 7 de junio de 2012, de <http://www.who.int/topics/water/es/>.

“Standards & Risk Management”. Recuperado el 12 de junio de 2012, de <http://water.epa.gov/drink/standardsriskmanagement.cfm>

RAE 2012, Real Academia Española: www.rae.es/ Definiciones. Recuperado 30 de abril de 2013.

GUÍA DEL ESTUDIANTE



(Hoja de trabajo #1)

Actividad 1: Análisis físicos y químicos de la calidad del agua

Objetivo: Desarrollar pruebas de laboratorio para analizar la calidad del agua

Materiales por grupo:

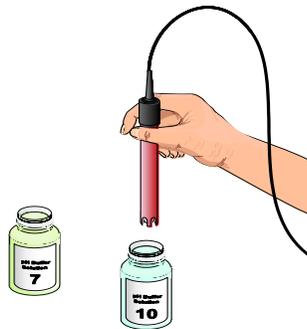
- 2 vasos de cristal transparentes o vasos de análisis
- 1 galón de agua
- 1 botella de agua oxigenada (peróxido de hidrógeno)
- 1 sensor de pH (ver lámina # 1)
- Solución amortiguadora de pH 7.00
- Solución amortiguadora de pH 10.00
- Papel toalla
- Calculadora gráfica con programado EASY DATA
- Interfase EASY LINK

Procedimiento

1. Esta actividad se debe realizar en grupos de 4 ó 5 participantes.
2. Cada grupo debe tener un líder, un anotador y dos o tres investigadores. El líder se hará cargo de los materiales que le provea el capacitador.
3. Coloca el sensor de pH en la interfase EASY LINK.



4. Conecta la interfase a la calculadora gráfica y asegúrate de que todos los cables estén bien conectados. El programado EASY DATA se iniciará inmediatamente, reconociendo el sensor correspondiente.
5. En el menú principal, selecciona **SETUP** y la opción **pH**. Selecciona Calib para calibrar el instrumento. Escoge la opción Edit y en ella la opción **Two point live**.
6. Coloca la sonda del sensor de pH en una solución amortiguadora de pH 7.00. Cuando la lectura de voltaje se estabilice, presiona **Keep**.
7. En **Enter Reference**, entra “7” como el valor de pH de esta solución y marca **OK**.
8. Remueve el sensor de la solución amortiguadora y
 - a. enjuaga la sonda con agua destilada.
9. Inserta la sonda del sensor de pH en una solución
 - a. amortiguadora de pH 10.00. Cuando la lectura de voltaje se estabilice, presiona **Keep**.



10. En **Enter Reference**, entra “10” como el valor de pH de esta solución. Selecciona OK en tres ocasiones para volver a la pantalla inicial.
11. En **Setup**, selecciona la opción Single Point para leer el valor de pH de tu muestra.
12. Ya puedes utilizar el instrumento. Prepara un flujograma describiendo la utilización del instrumento y entrégalo cuando se te solicite.
13. Recoge una porción de agua del ecosistema que tienes asignado. Inserta la sonda en tu muestra de agua. Selecciona **Start** para iniciar la medida. Después de 10 segundos, el valor del pH de la muestra aparecerá en la pantalla. Anótalo.
14. Repite la medida de pH en dos ocasiones adicionales.

Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Fueron los resultados de tus muestras consistentes? ¿Por qué si o por qué no?
- ¿Cómo explicas el valor de pH de tu muestra de agua?
- ¿Cómo explicas el valor de pH de tu muestra de agua oxigenada?
- Comparte tus datos y observaciones con los otros cuatro grupos.



Hoja de trabajo # 2

Actividad 2: ¿Indigestion?

Objetivo: Se explora el comportamiento que tiene el pH de una solución acuosa cuando se añaden tabletas de Alka Seltzer.

Materiales por grupo:

- 1 vaso de cristal transparente de capacidad 400 mL
- 100 mL de agua potable
- 20 tabletas de Alka Seltzer
- 1 sensor de pH
- papel cuadriculado

Procedimiento:

1. En el vaso de cristal se vierten 100 mL de agua.
2. Utiliza la Tabla # 1 para hacer tus estimaciones en la segunda columna de qué ocurrirá con el pH del agua cuando se le añaden tabletas de Alka Seltzer®.

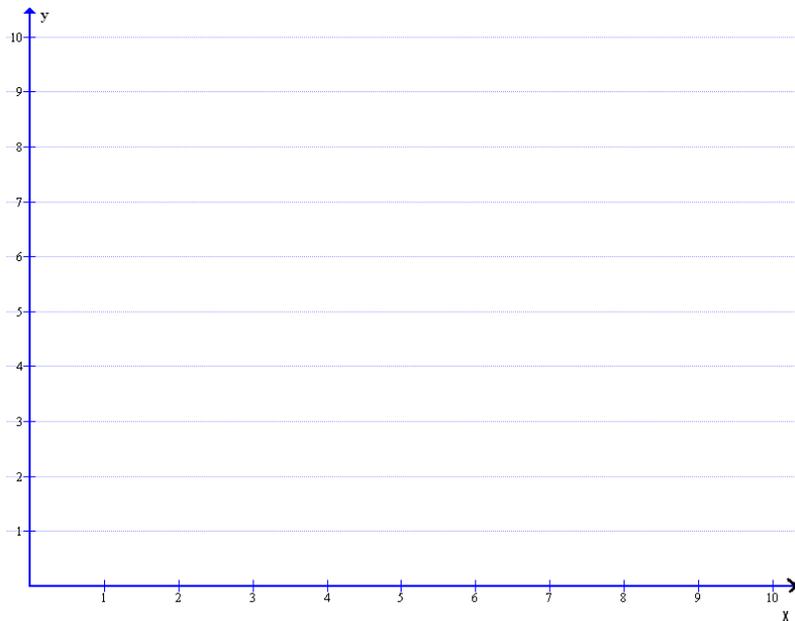
Tabla #1

| Número de tabletas de Alka Seltzer añadidas | pH estimado de la solución | pH determinado |
|---|----------------------------|----------------|
| 0 | | |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |

| Número de tabletas de Alka Seltzer añadidas | pH estimado de la solución | pH determinado |
|---|----------------------------|----------------|
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |

3. Se agrega una tableta de Alka Seltzer®, se espera un minuto para que se diluya.
4. Se mide el pH de la solución.
5. Se registra la lectura en la tercera columna de la tabla.
6. Se repiten los pasos 3 al 5 hasta completar la tabla con 10 tabletas añadidas.
7. Utilizando los datos de la tabla, el participante deberá trazar una gráfica en el plano cartesiano, en donde la variable independiente es el número de tabletas y la variable dependiente el pH de la solución.

Gráfica #1



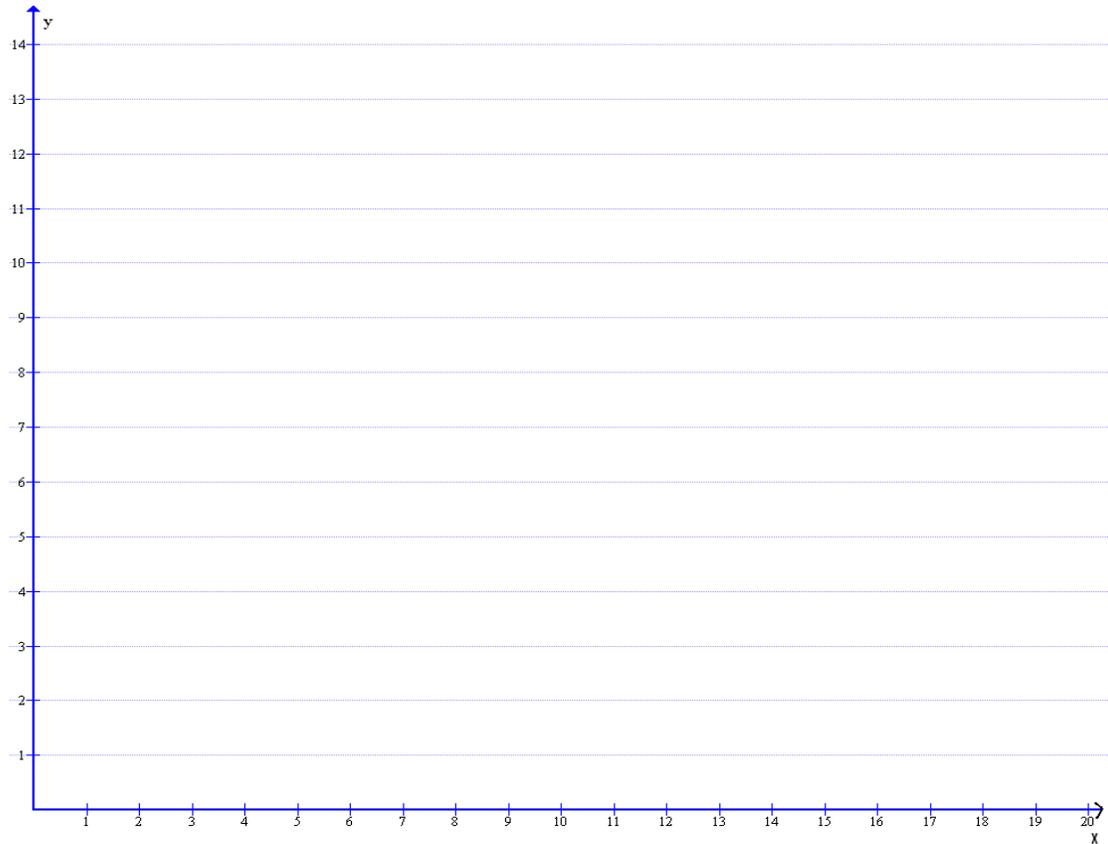
12. Preguntas:

- ¿Que tipo de gráfica (lineal, cuadrática, exponencial o logaritmo) se muestra en tu dibujo?
- Si fuéramos hacer el mismo procedimiento para 20 Alka Seltzer®, ¿crees que la gráfica sería la misma?

13. Para precisar el modelo, se repiten los pasos 3 al 5 hasta completar la tabla con 20 tabletas añadidas en total.

14. Utilizando los datos de la tabla (luego de añadir 11 a 20 tabletas), el participante deberá trazar una gráfica 2 en el plano cartesiano, en donde la variable independiente es el número de tabletas y la variable dependiente el pH de la solución.

Gráfica #2



15. Preguntas:

- ¿Que tipo de gráfica es la #2: lineal, cuadrática, exponencial o logaritmo?
- Explica brevemente alguna diferencia o similitud que tiene la gráfica primera versus la segunda?



Actividad de Extensión: Comparando las concentraciones de H⁺ (Hidronio) cuando cambia el pH de una solución acuosa

Situación hipotética:



La semana pasada se presentó en las noticias que en el río aledaño al Hoyo de Minga aparecieron decenas de peces muertos. La Junta de Calidad Ambiental envió a los inspectores a tomar muestras de agua para medir los parámetros de calidad. Al medir el parámetro de pH se dieron cuenta que hubo una disminución de 2 unidades en comparación con los niveles promedio conocidos del río (pH de 6 a 8). ¿Considera usted que el cambio en pH haya sido la causa principal para la muerte de los peces?

Desarrollo:

5. Debemos calcular en que factor aumentó o disminuyó la concentración de H⁺ (Hidronio) en las muestras de agua (correspondiente al cambio de 2 unidades en el pH). Para esto, se utilizará la definición logarítmica de pH, la cual se presentó en la actividad anterior.
6. El capacitador solicitará a los participantes que contesten lo siguiente:
 - Se considera una solución acuosa que ha sufrido un cambio de 2 unidades en el pH, en este caso, de un pH inicial de 6.8 a un pH final de 4.8.
 - Se toman en cuenta la equivalencia fundamental entre logaritmos y exponentes:

$$y = \log x \leftrightarrow 10^y = x$$

- El pH de una solución acuosa se define en términos de la concentración de H⁺ (Hidronio), denotada por H , como: $pH = -\log H$.

I- La concentración de H⁺ (Hidronio) inicial H_i y concentración de H⁺ (Hidronio) final H_f , se pueden encontrar mediante los siguientes pasos.

Identifique la propiedad matemática utilizada en cada paso.

$$6.8 = -\log H_i \quad \underline{\hspace{10em}}$$

$$-6.8 = \log H_i \quad \underline{\hspace{10em}}$$

$$10^{-6.8} = H_i \quad \underline{\hspace{10em}}$$

$$4.8 = -\log H_f \quad \underline{\hspace{10em}}$$

$$-4.8 = \log H_f \quad \underline{\hspace{10em}}$$

$$10^{-4.8} = H_f \quad \underline{\hspace{10em}}$$

II- La razón $\frac{H_f}{H_i}$, para encontrar H_f en términos de H_i , se puede calcular

como sigue. Identifique la propiedad matemática utilizada en cada paso.

$$\frac{H_f}{H_i} = \frac{10^{-4.8}}{10^{-6.8}} \quad \underline{\hspace{10em}}$$

$$\frac{H_f}{H_i} = 10^2 \quad \underline{\hspace{10em}}$$

$$H_f = 100H_i \quad \underline{\hspace{10em}}$$

- Brevemente explica qué significa el resultado anterior.



Actividad de Cierre: Protegiendo nuestros recursos acuáticos

Desarrolla un opúsculo donde presentes un problema, los factores adversos a los seres vivos y alternativas para resolver dicha situación. Esto relacionado a algún desperdicio sólido que hayas observado que esté afectando a los recursos hídricos en tu área.

TRASH NEWS

Agosto 2012

EDICIÓN ESPECIAL

VOL. 5 NO. 5

Nuestros vertederos y su impacto en la calidad del agua



En nuestros basureros, como se muestra en la foto de la izquierda, existen muchos desperdicios tanto de origen vegetal y otros los cuales se pudieron haber recuperado para evitar los grandes volúmenes que se depositan en estas áreas. Estos materiales en la mayoría de las ocasiones pueden luego de estar presentes en este lugar y estar en

contacto con sustancias peligrosas hacernos pensar si debemos removerlas y colocarlas en otro lugar.

Algunos de los compuestos presentes en el lugar son ácidos de batería, aceites de autos, tintes de cabello, agroquímicos entre otros. Una vez estos materiales llegan al vertedero, por ejemplo, ¿sería pertinente tratar de utilizarlos en otro lugar? Por ejemplo, ¿podemos llevar material vegetal de un vertedero para utilizarlo de composta en la agricultura?

Tenemos ante nosotros una situación ocurrida en Toa Alta, Puerto Rico en el Hoyo de Minga, donde los todos



los líquidos residuales del vertedero municipal se han mezclado y han llegado a las comunidades de Jurutungo Viejo y Villa Sin Miedo en el mismo municipio. Tu capacitadora fue como investigadora contratada por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) a tomar unas muestras de los líquidos mezclados que se han obtenido de allí. Este material es muy peligroso para el contacto humano; por lo tanto, que tenga cuidado. A continuación realizaremos diversos estudios a las muestras de agua que recolectó tu maestra. Se te proveerán los datos de los niveles apropiados para que el agua sea potable (o sea, que pueda ser apta para el consumo humano). Debes tomar en cuenta que la concentración en la que estos compuestos se encuentren en el agua va a determinar su estado de peligro para que sea apropiada para ingerirse. Tenga en mente que el agua es un recurso que se comporta en un ciclo. Por esta razón, el agua que descargas del inodoro va al alcantarillado, de ahí pasa por una Planta de Tratamiento que la desinfecta y se descarga en algún cuerpo de agua permitiendo su reuso. Por lo tanto, el agua puede volver a tu hogar luego de ser tratada. Debes tener esto en cuenta cuando vas a desechar artículos que resultan tóxicos para el recurso.

Formato para el opúsculo:

En este formato de opúsculo deberás presentar de forma concisa la problemática en el cual presentes una problemática relacionada

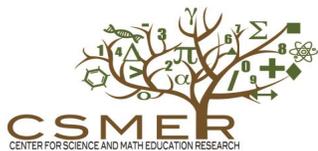
En la portada deberás colocar una foto que plantee una problemática de tu comunidad al igual que debes dar un nombre a tu grupo de protección ambiental.

NOTA: Este documento se debe imprimir sobre papel reciclado o enviarse por la vía virtual.

Pedir a los participantes que luego de la actividad y en papelote, anoten posibles investigaciones que podrían realizar con sus estudiantes en la sala de clases.

PRE/POS PRUEBA

***INFORMACION
ADICIONAL***



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (I³)

La Función Logarítmica

Anejo 1

Recuerde:

INTERÉS COMPUESTO

Si un **principal** P se invierte a una **tasa** anual r compuesta n veces al año, entonces la **cantidad** A en la cuenta al final de n periodos compuestos está dada por

$$A = P \left(1 + \frac{r}{n} \right)^{nt}$$

Observa que la tasa anual r debe expresarse en forma decimal, y t es años.

Resuelva los siguientes problemas:

1. Luis invierte \$20,000 al 7% de interés compuesto mensualmente. ¿En cuánto tiempo la inversión de Luis se duplicará?
2. Con relación al problema anterior, ¿en cuánto tiempo se cuadruplicará?
3. De acuerdo con la “*U.S. office of Immigration Statistic*”, habían 10.5 inmigrantes ilegales en los Estados Unidos en Mayo de 2005 y el número aumento a 11.3 millones para Mayo de 2007.
 - a. Determine la razón relativa de crecimiento si usamos el modelo $P = P_0 e^{rt}$ para el crecimiento poblacional. Redondee el resultado a tres lugares decimales.

- b. Utilice la contestación anterior para escribir una función que describa la población de inmigrantes ilegales en millones luego de 2005, y úselo para predecir cuándo la población de inmigrantes ilegales sea aproximadamente igual a 20 millones.

Escalas logarítmicas

INTENSIDAD DEL SONIDO: El oído humano puede escuchar sonidos con un amplio rango de intensidades. El sonido más alto que una persona sana puede escuchar sin dañar el tímpano tiene una intensidad de un trillón (1,000,000,000,000) de veces el sonido más suave que esa misma persona puede escuchar. Si se usaran estas intensidades como una escala para medir el volumen, habría un gran conflicto usando números desde cero hasta trillones, lo cual parece complicado, si no es completamente tonto. Sabemos que las funciones logarítmicas aumentan muy lentamente. Podemos tomar ventaja de esto para crear una escala de intensidad del sonido que sea mucho más condensada y, por tanto, más manejable.

La escala de decibeles para la intensidad del sonido es un ejemplo. El **decibel**, que recibe su nombre en honor del inventor del teléfono, Alexander Graham Bell (1847-1922) se define como sigue:

$$D = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad \text{Escala de decibeles} \quad (1)$$

donde D es el **nivel de decibeles** del sonido, I es la **intensidad** del sonido medida en vatios por metro cuadrado (W/m^2) e I_0 es la intensidad del sonido menos audible que una persona joven saludable promedio puede escuchar. Ese último sonido está estandarizado como $I_0 = 10^{-12}$ vatios por metro cuadrado. En la Tabla 1 se enumeran algunas intensidades del sonido típicas procedentes de fuentes familiares.

Intensidad del sonido

(A) Halla el número de decibeles de un murmullo con una intensidad de sonido de 5.2×10^{-10} vatios por metro cuadrado, luego del tráfico pesado a 8.5×10^{-4} vatios por metro cuadrado. Redondea tus respuestas hasta dos cifras decimales.

(B) ¿Cuántas veces mayor es la intensidad del sonido del tráfico pesado en comparación con un murmullo?

Tabla 1

| Intensidad del sonido (W/m ²) | Sonido |
|--|---------------------|
| 1.0 x 10 ⁻¹² | Umbral de audición |
| 5.2 x 10 ⁻¹⁰ | Murmullo |
| 3.2 x 10 ⁻⁶ | Conversación normal |
| 8.5 x 10 ⁻⁴ | Tráfico pesado |
| 3.2 x 10 ⁻³ | Martillo hidráulico |
| 1.0 x 10 ⁰ | Umbral de dolor |
| 8.3 x 10 ² | Avión a reacción |

INTENSIDAD DE UN TERREMOTO: la energía liberada por el terremoto más violento registrado, medida en julios, es cerca de 100 billones (100,000,000,000) de veces la energía liberada por un sismo menor que apenas se siente. En 1935, el sismólogo de California Charles Richter diseñó una escala logarítmica que lleva su nombre y aún se utiliza ampliamente en Estados Unidos. La **magnitud** de un terremoto M en la **escala Richter*** está dada como sigue:

$$M = \frac{2}{3} \log \left(\frac{E}{E_0} \right) \quad \text{Escala Richter} \quad (2)$$

donde E es la energía liberada por el terremoto, medida en julios, y E_0 es la energía liberada por un sismo de referencia muy pequeño, la cual se ha estandarizado como $E_0 = 10^{4.4}$ julios

El poder destructivo de los terremotos respecto a las magnitudes en la escala Richter se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2

| Magnitud en la escala Richter | Poder destructivo |
|-------------------------------|-------------------|
| $M < 4.5$ | Menor |
| $4.5 < M < 5.5$ | Moderado |
| $5.5 < M < 6.5$ | Fuerte |
| $6.5 < M < 7.5$ | Mayor |
| $7.5 < M$ | Grande |

Intensidad de un terremoto

El terremoto de 1906 en San Francisco liberó aproximadamente 5.96×10^{16} julios de energía.

Otro terremoto golpeó el área de la bahía justo antes del tercer juego de la Serie Mundial de 1989, liberando 1.12×10^{15} julios de energía.

(A) Determina la magnitud de cada terremoto en la escala Richter. Redondea tus respuestas hasta dos cifras decimales.

(B) ¿Cuántas veces liberó más energía el terremoto de 1906 que el de 1989?

*Originalmente, Richter definió la magnitud de un terremoto en términos de logaritmos de la máxima amplitud de la onda sísmica, en milésimas de milímetro, medidas en un sismógrafo estándar. La ecuación (2) da esencialmente la misma magnitud que Richter obtuvo para un terremoto dado, pero en términos de logaritmos de la energía liberada por el terremoto.

VUELO DEL COHETE: la teoría del vuelo de un cohete usa matemáticas avanzadas y física para demostrar que la **velocidad** v de un cohete al consumirse el combustible (agotarse el suministro de combustible) está dada por

$$v = c \ln \left(\frac{W_t}{W_b} \right) \quad \text{Ecuación del cohete} \quad (3)$$

donde c es la velocidad de escape del motor del cohete, W_t es el peso al momento del despegue (combustible, estructura y carga) y W_b es el peso al agotarse el combustible (estructura y carga).

Debido a la resistencia de la atmósfera terrestre, para el lanzamiento de un vehículo se requiere como mínimo una velocidad de 9.0 kilómetros por segundo, para lograr la altitud mínima necesaria para alcanzar una órbita estable. La fórmula (3) indica que para aumentar la velocidad

v , debe aumentarse la razón de peso W_t/W_b o la velocidad de escape c . La razón de peso puede incrementarse con el uso de combustibles sólidos, y la velocidad de escape, mejorando los combustibles sólidos o líquidos.

Teoría del vuelo de un cohete

Un cohete típico, de una sola etapa y con combustible sólido, puede tener una razón de peso $W_t/W_b = 18.7$ y una velocidad de escape de $c = 2.38$ kilómetros por segundo. ¿Alcanzaría este cohete una velocidad de lanzamiento de 9.0 kilómetros por segundo?

Solución: Puede usarse la ecuación del cohete (3) con $c = 2.38$ y $W_t/W_b = 18.7$

$$\begin{aligned}v &= c \ln\left(\frac{W_t}{W_b}\right) \\ &= 2.38 \ln(18.7) \\ &= 6.97 \text{ kilómetros por segundo}\end{aligned}$$

La velocidad de lanzamiento de un vehículo no alcanza a los 9.0 kilómetros por segundo necesarios para ponerse en órbita. Esta es la razón para usar lanzadores de múltiples etapas: el peso muerto de una etapa precedente puede ser lanzado al océano cuando la siguiente etapa termina.

4. **SONIDO** ¿Cuál es el nivel de decibeles de

(A) el umbral de audición, 1.0×10^{-12} vatios por metro cuadrado?

(B) el umbral de dolor, 1.0 vatios por metro cuadrado? Calcula las respuestas con dos dígitos significativos.

5. **SONIDO** ¿Cuál es el nivel de decibeles de

(A) una conversación normal, 3.2×10^{-6} vatios por metro cuadrado?

(B) un avión reacción con un mecanismo de poscombustión, 8.3×10^2 vatios por metro cuadrado? Calcula las respuestas con dos dígitos significativos.

6. **SONIDO** Si la intensidad de un sonido de una fuente es 1,000 veces la de otro, ¿cuánto mayor es el nivel de decibeles del sonido más alto respecto al más bajo?
7. **SONIDO** Si la intensidad de un sonido de una fuente es 10,000 veces la de otro, ¿cuánto mayor es el nivel de decibeles del sonido más alto respecto al más bajo?
8. **TERREMOTOS** Uno de los terremotos más violentos registrados ocurrió en Colombia en 1906, con una generación de energía de 1.99×10^{12} julios. ¿Cuál fue su magnitud en la escala de Richter? Calcula la respuesta con una cifra decimal.
9. **TERREMOTOS** En Anchorage, Alaska, hubo un terremoto mayor en 1964 que liberó 7.08×10^{16} julios de energía. ¿Cuál fue su magnitud en la escala de Richter? Calcula la respuesta con una cifra decimal.
10. **TERREMOTOS** El terremoto de 1933 en Long Beach, California, tuvo una lectura en la escala de Richter de 6.3 y el de 1964 en Anchorage tuvo una lectura en la escala de Richter de 8.3. ¿Cuántas veces fue más poderoso el terremoto de Anchorage que el de Long Beach?
11. **TERREMOTOS** Generalmente, un terremoto requiere una magnitud superior a 5.6 en la escala Richter para infligir daños graves. ¿Cuántas veces más poderoso que este fue el gran terremoto de Colombia en 1906, que registró una magnitud de 8.6 en la escala de Richter?
12. **EXPLOSIÓN DE ENERGÍA** La bomba atómica lanzada en Nagasaki, Japón, en agosto de 1945, liberó cerca de 1.34×10^{14} julios de energía. ¿Cuál sería la magnitud de un terremoto que libere tal cantidad de energía?
13. **EXPLOSIÓN DE ENERGÍA** La más grande y poderosa arma nuclear jamás detonada fue probada por la Unión Soviética en octubre 30 de 1961, en una isla del mar Ártico. La onda fue tan poderosa que hubo informes de ventanas rotas en Finlandia, a más de 700 millas de distancia. La detonación liberó 2.1×10^{21} julios de energía. ¿Cuál sería la magnitud de un terremoto que liberara tal cantidad de energía?
14. **ASTRONOMÍA** Una erupción solar de tamaño moderado observada el 9 de julio de 1996, liberó suficiente energía para el consumo de EE.UU. por casi 23,000 años con los niveles de consumo de 2001, 2.38×10^{21} julios. ¿Cuál sería la magnitud de un terremoto que liberara tal cantidad de energía?

15. **CONSTRUCCIÓN** La energía liberada por una explosión típica en una construcción es cerca de 7.94×10^5 julios. ¿Cuál sería la magnitud de un terremoto que liberara tal cantidad de energía?
16. **VEHÍCULOS ESPACIALES** Un nuevo cohete con combustible sólido tiene una razón de peso $\frac{W_t}{W_b} = 19.8$ y una velocidad de escape $c = 2.57$ kilómetros por segundo. ¿Cuál es su velocidad al agotarse el combustible? Calcula la respuesta con dos cifras decimales.
17. **VEHÍCULOS ESPACIALES** Un cohete con combustible líquido tiene una razón de peso $\frac{W_t}{W_b} = 6.2$ y una velocidad de escape $c = 5.2$ kilómetros por segundo. ¿Cuál es su velocidad al agotarse el combustible? Calcula la respuesta con dos cifras decimales.
18. **QUÍMICA** La concentración de iones de hidrógeno de una sustancia está relacionada con su acidez y basicidad. Debido a que las concentraciones de iones de hidrógeno varían en un rango muy amplio, se usan logaritmos para crear una **escala de pH** comprimida, la cual se define como sigue:

$$pH = -\log[H^+]$$

donde $[H^+]$ es la concentración de iones de hidrógeno, en moles por litro. El agua pura tiene un pH de 7, lo cual significa que es neutra. Las sustancias con un pH menor que 7 son ácidas y las que tienen un pH mayor que 7 son básicas. Calcula el pH de cada sustancia enumerada, dando la concentración de iones de hidrógeno indicada. Además, indica si cada sustancia es ácida o básica. Calcula las respuestas con una cifra decimal.

(A) Agua de mar, 4.63×10^{-9}

(B) Vinagre, 9.32×10^{-4}

19. **POBLACIÓN MUNDIAL** Un modelo matemático para el crecimiento de la población mundial en periodos cortos está dado por

$$P = P_0 e^{rt}$$

donde P es la población después de t años, P_0 es la población en $t = 0$ y se asume que la población crece continuamente a la tasa anual r . ¿Cuántos años, al año más cercano,

tardará la población mundial en duplicarse, si crece continuamente a una tasa anual de 1.14%?

20. **POBLACIÓN MUNDIAL** Con base en el problema 19, comienza con una población mundial de 6,800 millones de habitantes (la población estimada a marzo de 2009) y suponiendo que la población crece continuamente una tasa anual de 1.14%, ¿cuántos años, al año más cercano, pasarán antes de que haya solamente una yarda cuadrada de tierra por persona? La Tierra cuenta con aproximadamente 1.7×10^{14} yardas cuadradas de terreno.
21. **INVESTIGACIÓN MÉDICA** Una investigadora médica está probando un isótopo radioactivo para usar en un nuevo proceso de imagenología. Ella encuentra que una muestra original de 5 gramos decae a 1 gramo en 6 horas. Halla la vida media de la muestra hasta tres dígitos significativos. [Recuerda que el modelo de la vida media es $A = A_0(\frac{1}{2})^{t/h}$ donde A_0 es la cantidad original y h es la vida media].
22. **FECHADO CON CARBONO 14** Si 90% de una muestra de carbono 14 permanece después de 866 años, ¿cuál es la vida media del carbono 14?

Mientras una planta o un animal permanecen vivos, el carbono 14 se mantiene en una cantidad constante en sus tejidos. Sin embargo, después de morir, la planta o el animal dejan de tomar carbono y el carbono 14 disminuye por decaimiento radioactivo. La cantidad que queda puede modelarse con la ecuación $A = A_0 e^{-0.000124t}$ donde A es la cantidad después de t años, y A_0 es la cantidad en el tiempo $t = 0$. Usa este modelo para resolver los problemas 23 a 26.

23. **FECHADO CON CARBONO 14** En 2003, científicos japoneses anunciaron el comienzo de un esfuerzo para regresar a la vida a un mamut lanudo ya extinto, usando técnicas de clonación modernas. Sus esfuerzos se enfocaron en un espécimen especialmente bien conservado, descubierto congelado en el hielo siberiano. En muestras cercanas de material vegetal, se encontró 28.9% de la cantidad de carbono 14 de una muestra viva. ¿Cuál era la edad aproximada de estas muestras?
24. **FECHADO CON CARBONO 14** En 2004, el arqueólogo Al Goodyear descubrió un sitio en Carolina del Sur con evidencias del asentamiento humano más antiguo de

Norteamérica. El fechado con carbono 14 de material vegetal quemado indicó 0.2% de la cantidad de carbono 14 de una muestra viva. ¿Cuál era la antigüedad de esa muestra?

25. **FECHADO CON CARBONO 14** Muchos eruditos creen que los habitantes más antiguos no nativos de Norteamérica fueron los vikingos que llegaron navegando desde Islandia. Si un fragmento de una herramienta de madera encontrada y fechada en 2004 tenía 88.3% de la cantidad de carbono 14 de una muestra viva, ¿cuándo se fabricó esta herramienta?

26. **FECHADO CON CARBONO 14** En 1998, varios investigadores examinaron el Sudario de Turín y encontraron fibras vegetales en el tejido que tenían 92.1% de la cantidad de carbono 14 de una muestra viva. Si esto fue exacto, ¿cuándo se fabricó el tejido?

Nota: Los problemas fueron tomados del libro Barnett, R. A., Ziegler, M. R., Byleen, K. E. y Sobecki, D. (2011). *Precalculus: Seven edition*. McGraw-Hill.

- I. Evalúe los siguientes logaritmos utilizando la definición, corrobore su contestación utilizando la calculadora gráfica.

1. $\log_3(81) =$

2. $\log_5(125) =$

3. $\log_{10}(0.001) =$

4. $\log_{10}(1,000) =$

5. $\log_6\left(\frac{1}{36}\right) =$

6. $\log_2\left(\frac{1}{64}\right) =$

Completa la tabla y conteste la pregunta

| $\text{pH} = -\log([\text{H}^+])$ | $[\text{H}^+]$ | $\text{pH}_f - \text{pH}_i$ | $\frac{[\text{H}^+_f]}{[\text{H}^+_i]}$ |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------|---|
| 14 | 1×10^{-14} | $13 - 14 = -1$ | $\frac{10^{-13}}{10^{-14}} = 10$ |
| 13 | 1×10^{-13} | | |
| 12 | 1×10^{-12} | | |
| 11 | 1×10^{-11} | | |
| 10 | 1×10^{-10} | | |
| 9 | 1×10^{-9} | | |
| 8 | 1×10^{-8} | | |
| 7 | 1×10^{-7} | | |
| 6 | 1×10^{-6} | | |
| 5 | 1×10^{-5} | | |
| 4 | 1×10^{-4} | | |
| 3 | 1×10^{-3} | | |
| 2 | 1×10^{-2} | | |
| 1 | 1×10^{-1} | | |
| 0 | 1×10^0 | | |

- a. ¿Cómo cambia la razón de la $[\text{H}^+]$ cuando el valor del pH disminuye una unidad?

b. Complete la siguiente afirmación: “Si el valor del pH disminuye una unidad, entonces $[H_f^+] = \text{---} \times [H_i^+]$ ”.

c. ¿Cómo cambia la razón de la $[H^+]$ cuando el valor del pH disminuye dos unidades?

d. Complete la siguiente afirmación: “Si el valor del pH disminuye dos unidades, entonces $[H_f^+] = \text{---} \times [H_i^+]$ ”.