

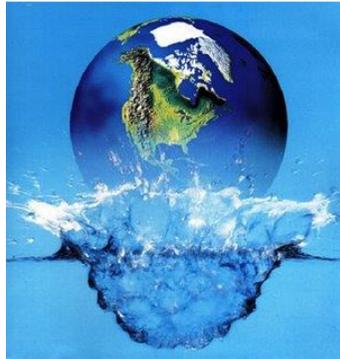
MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (I^3)

**IMPACTO DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESPERDICIOS SÓLIDOS:
CALIDAD DEL AGUA**

UNIDAD 5

De tu casa al vertedero y del vertedero a tu cuerpo

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 – 5
Trasfondo	5 – 12
Glosario	12 – 13
Proceso educativo	14 – 31
Inicio	14
Actividad de exploración	
Desarrollo	14 – 30
Actividad #1: el ciclo hidrológico	
Actividad #2: Los procesos de infiltración y escorrentías	
Actividad #3: Modelo para visualizar el proceso de percolación de lixiviados	
Actividad #4: No produzcas basura innecesariamente	
Cierre	31
Actividad de Cierre	
BIBLIOGRAFÍA	32
GUÍA DEL ESTUDIANTE	33 – 44
APÉNDICE	
Pre/pos prueba	45 – 47
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 un modelo del ciclo hidrológico dando énfasis a algunos de los procesos de este ciclo que ocurren en un sistema de relleno sanitario (vertedero). Esto les servirá para desarrollar un modelo para visualizar el proceso de percolación de líquidos producidos por los desperdicios sólidos. En el caso de la integración de las matemáticas, se identificarán y construirán una gráfica de los diversos desperdicios sólidos que se pueden encontrar en un cuerpo de agua que relacione una variable cuantitativa (por ciento por masa) con una variable categórica (clase de material).

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 de procesos científicos que son pertinentes y podremos desarrollar proyectos de investigación.



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: Ciencias y Matemáticas

NIVEL/GRADO: Nivel secundario / Grados: 7mo a 12mo

MACRO CONCEPTOS DE CIENCIA Y MATEMÁTICAS: Conservación de la materia (Ciencias), representación gráfica de datos (Matemáticas)

CONCEPTO PRINCIPAL: contaminación del agua

CONCEPTOS SECUNDARIOS: ciclo hidrológico, infiltración, escorrentías, lixiviados, gráficas

CONTENIDO PREVIO: desperdicios sólidos, sistemas de relleno sanitario (vertederos)

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE APRENDIZAJE:

A través de la unidad, los participantes:

- Desarrollarán un modelo del ciclo hidrológico dando énfasis a algunos de los procesos de este ciclo que ocurren en un sistema de relleno sanitario (vertedero).
- Desarrollarán un modelo para visualizar el proceso de percolación de líquidos producidos por los desperdicios sólidos.
- Identificarán y construirán una gráfica de los diversos desperdicios sólidos que se pueden encontrar en un cuerpo de agua que relacione una variable cuantitativa (por ciento por masa) con una variable categórica (clase de material).

ESTÁNDARES Y EXPECTATIVAS DE GRADO

Séptimo grado

Ciencias

Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad

NC.7.2 Utiliza las matemáticas para la solución de problemas y como herramienta en el análisis científico.

NC.7.2.4 Recopila y organiza información de tablas de datos.

NC.7.2.5 Construye gráficas de barra, lineal, circular y pictóricas.

Las Interacciones

I.7.6 Explica cómo el ser humano puede influir en equilibrio ecológico de las poblaciones.

I.7.6.2 Identifica el efecto de la contaminación sobre las poblaciones.

Matemáticas

Numeración y Operación

4.0 Resuelve problemas relacionados con razones, proporciones y porcentajes.

N.OE.7.4.4 Representa, estima y resuelve problemas que involucran razones, proporciones o por cientos (incluyendo por cientos menores que 1 y mayores que 100).

Análisis de Datos y Probabilidad

17.0 Organiza y resume datos de dos variables, examina los datos de estos atributos y clasifica cada atributo como variable categórica o variable numérica.

E.RD.7.17.3 Explica las ventajas de las diferencias de representar datos.

Octavo Grado

Ciencia

Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad

NC.8.4 Valora y muestra aprecio por la vida y la naturaleza proporcionando un ambiente de paz y una mejor calidad de vida.

NC.8.4.1 Reconoce que el estudio del mundo físico es una forma de mejorar la calidad de vida del ser humano.

Los Sistemas y los Modelos

SM.8.4 Utiliza recursos tecnológicos para hacer simulaciones de sistemas y modelos naturales y artificiales.

Noveno Grado

Ciencia

Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad

NC.9.1 Aplica la metodología científica para la solución de problemas.

NC.9.1.5 Analiza cómo el pensamiento científico se fundamenta en comunicar los hallazgos en forma oral y escrita.

La Estructura y los Niveles de Organización de la Materia

EM.9.4 Reconoce que el flujo de agua en la superficie y debajo de la Tierra es el proceso que más fluye en dar forma al paisaje.

EM.9.4.1 Explica el proceso del ciclo del agua.

EM.9.4.6 Identifica formas de contaminación del agua superficial y subterránea.

Ciencias Ambientales

Los Sistemas y los Modelos

SM.A.1.3 Explica la importancia de los procesos que ocurren en los ciclos del agua, de carbono y de nitrógeno mediante el uso de diagramas y modelos.

Las Interacciones

I.A.2 Evalúa cómo las actividades del ser humano afectan a los ecosistemas.

I.A.2.2 Explica como el ser humano contamina el suelo, el agua y el aire.

La Conservación y el Cambio

C.A.1 Propone alternativas que ayuden a preservar nuestros ecosistemas para generaciones futuras.

C.A.1.2 Analiza y selecciona alternativas que contribuyen a controlar y evitar los efectos de los contaminantes del aire, agua y suelo sobre la salud humana.

TRASFONDO

Los seres humanos han visto el recurso del agua como algo que la naturaleza nos provee, sin costo. Sin embargo, el agua potable, entiéndase como el agua disponible para el consumo humano, está escaseando cada vez más. Hablamos de escasez como ausencia en la cantidad de agua que no será apta para el consumo humano

debido a la contaminación del recurso. El agua está expuesta a diversos factores que la hacen perjudicial para el consumo humano. Por ejemplo, el agua que existe para consumo humano constituye el 0.4% del agua disponible del planeta Tierra. Si el agua está expuesta a contaminantes (desperdicios sólidos, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, entre otros) deja de estar disponible para el consumo. Las plantas de tratamiento que existen en el País tratan las aguas para potabilizarla y hacerla disponible para el consumo humano.

Existen muchas formas en que el agua contaminada, sin ser tratada, puede llegar a nuestros hogares. Por ejemplo, en eventos de lluvia es común observar el desbordamiento de los alcantarillados sanitarios a través de los registros de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) (ver Lámina # 1) muchas veces debido a la presencia de obstrucciones provocadas por desechos que no debieron ser lanzados a los alcantarillados. Esto lleva aguas negras de los alcantarillados a las aceras y otros cuerpos de agua aledaños. Algunos de estos cuerpos de agua receptores son las fuentes de abasto de las plantas de tratamiento de agua potable. Otra forma es cuando emisiones gaseosas de sustancias químicas provenientes de fábricas, centrales eléctricas y vehículos, se disuelven en el agua de lluvia formando la lluvia ácida.



Lámina # 1: Registro de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados

A medida que aumenta la población, el uso del agua también aumentará trayendo en adición el problema de la insuficiencia en los abastos del recurso. Cerca de un tercio del agua que utilizamos cada día va directamente al inodoro. El uso indiscriminado del

agua va acompañado de una disposición indiscriminada de basura. Los desechos de alimentos muchas veces van al agua, mediante los usos de trituradores de alimentos, y en algunos casos, de forma directa como es el ejemplo de los aceites. Esto puede traer como resultado el que los alcantarillados se bloqueen, lo que traería en algún momento que la basura pudiera volver a tu casa o contaminar ríos y quebradas aledaños.

El 55% de los bloqueos son causados por los clientes, situación que podría disminuir si las personas dispusieran mejor de la basura en sus casas y lugares de trabajo. Una forma de disponer de las grasas y aceites es permitir que se sequen colocándolas en papel y luego disponiéndolas a la basura. En muchos hogares las grasas van directamente a cuerpos de agua aledaños, promoviendo su degradación. En primer lugar las grasas, aceites y otros productos de esta índole no deben llegar al agua. Debemos lograr una disposición efectiva de los posibles contaminantes del agua. De esta forma evitaríamos que las aguas contaminadas regresen a nuestro hogar y nos afecten la salud.

Ley de Conservación de la Materia

La Ley de la Conservación de la Materia se le atribuye a Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), un químico francés que propuso la ley en 1789. Fue uno de los pocos químicos de su tiempo que valoró plenamente la importancia de que la masa de los productos de una reacción química debe ser igual a la masa de los reactantes, lo que coincide con los siguientes enunciados de la ley, “en cualquier cambio de estado, la masa total se conserva” o “la materia ni se crea ni se destruye en cualquier reacción química” (Tamir & Ruiz, 2005).

Residuos sólidos urbanos (RSU)

Composición de los RSU

Los residuos producidos por los habitantes urbanos comprenden basura, muebles y electrodomésticos viejos, embalajes y desperdicios de la actividad comercial, restos del

cuidado de los jardines, la limpieza de las calles, etc. El grupo más voluminoso es el de las basuras domésticas. La basura suele estar compuesta por:

- materia orgánica.- son los restos de plantas procedentes de la limpieza de jardines o de la preparación de los alimentos junto a la comida que sobra.
- papel y cartón.- periódicos, revistas, publicidad, cajas y embalajes, etc.
- plásticos.- botellas, bolsas, embalajes, platos, vasos y cubiertos desechables, etc.
- vidrio.- botellas, frascos diversos, vajilla rota, etc.
- metales.- latas, botes, etc.
- otros

En las zonas más desarrolladas la cantidad de papel y cartón es más alta, constituyendo alrededor de un tercio de la basura, seguida por la materia orgánica. En cambio, si el país está menos desarrollado la cantidad de materia orgánica es mayor - hasta las tres cuartas partes en los países en vías de desarrollo- y mucho menor la de papeles, plásticos, vidrio y metales.

Para un buen diseño de recogida y tratamiento de la basura es necesario tener en cuenta, las variaciones según los días y las épocas del año. En los lugares turísticos las temporadas altas suponen un aumento muy importante en los residuos producidos. También épocas especiales como fiestas y ferias, acontecimientos deportivos importantes, etc., producen altas cantidades de basura. En verano la proporción de materia orgánica suele ser mayor, mientras que en invierno aumenta la proporción de cenizas.

Recogido y tratamiento de los RSU

Gestionar adecuadamente los RSU es uno de los mayores problemas de muchos municipios en la actualidad. El manejo moderno de los RSU incluye varias fases:

- **Recogida selectiva-** La utilización de contenedores que recogen separadamente el papel y el vidrio está cada vez más extendida y también se están poniendo otros contenedores para plásticos, metal, baterías, etc. En las comunidades más



avanzadas en la gestión de los RSU en cada domicilio se disponen de los distintos residuos en diferentes bolsas de acuerdo al tipo de desperdicio. Estas comunidades dependen de este trabajo previo del ciudadano separando los diferentes tipos de basura. En esta fase hay que cuidar que no se produzcan roturas de las bolsas y contenedores, colocación indebida, derrame de basuras por las calles, etc. También se están diseñando camiones para la recogida y contenedores con sistemas que facilitan la comodidad y la higiene en este trabajo.

- **Recogida general-** La bolsa general de basura, en aquellos sitios en donde no hay recogida selectiva, o la que contiene lo que no se ha puesto en los contenedores específicos, se deposita en contenedores o en puntos especiales de las calles y desde allí es transportada a los vertederos o a las plantas de selección y tratamiento.



- **Plantas de selección-** En los vertederos más avanzados, antes de tirar la basura general, pasa por una zona de selección en la que, en parte manualmente y en parte con máquinas se le retiran

latas (con sistemas magnéticos), cosas voluminosas, etc.

- **Reciclaje y recuperación de materiales-** Lo ideal sería recuperar y reutilizar la mayor parte de los RSU. Con el papel, telas, cartón se hace nueva pasta de papel, lo que evita talar nuevos árboles. Con el vidrio se puede fabricar nuevas botellas y envases sin necesidad de extraer más materias primas y, sobre todo, con mucho menor gasto de energía. Los plásticos se separan, porque algunos se pueden usar para fabricar nueva materia prima y otros para construir objetos diversos.



- **Compostaje-** La materia orgánica fermentada forma la composta que se puede usar para abonar suelos, alimentar ganado, construir carreteras, obtener combustibles, etc. Para que se pueda utilizar sin problemas es fundamental que la materia orgánica no llegue contaminada con sustancias tóxicas. Por ejemplo, es muy frecuente que tenga exceso de metales tóxicos que hacen inútil la composta para usos biológicos al ser muy difícil y cara su eliminación.

- **Vertido-** El procedimiento más usual, de disponer de las basuras –aunque no el mejor, suele ser depositarlas en vertederos. Aunque se usen buenos sistemas de reciclaje o la incineración, al final siempre quedan restos que deben ser llevados a vertederos. Es esencial que los vertederos estén bien construidos y utilizados para minimizar su impacto negativo al medioambiente. Uno de los mayores riesgos es que contaminen las aguas



subterráneas y para evitarlo se debe impermeabilizar bien el suelo del vertedero y evitar que las aguas de lluvias y otras salgan del vertedero sin tratamiento, arrastrando contaminantes al exterior. Otro riesgo está en los malos olores y la concentración de gases explosivos producidos al fermentar las basuras. Para evitar esto se colocan dispositivos de recogida de gases que luego se queman para producir energía. También hay que cuidar cubrir adecuadamente el vertedero, especialmente cuando termina su utilización para disminuir los impactos visuales.



- **Incineración-** Quemar la basura tiene varias ventajas, pero también algún inconveniente. Entre las ventajas está el que se reduce mucho el volumen de vertidos (quedan las cenizas) y el que se obtienen cantidades apreciables de energía. Entre las desventajas está el que se producen gases contaminantes, algunos potencialmente peligrosos para la salud humana, como las dioxinas. Existen incineradoras de avanzada tecnología que, si funcionan bien, reducen mucho los aspectos negativos, pero su construcción y operación suele ser costosa y para que sean rentables deben tratar grandes cantidades de basura.

CONCEPCIONES ERRÓNEAS

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

1. 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).

2. 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).
3. Porosidad y permeabilidad: Las aguas subterráneas se almacenan en grandes lagos subterráneos (Agelidou *et al.*, 2001).
4. 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).
5. 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.
6. 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).

GLOSARIO

Aguas superficiales: son aquellas que circulan sobre la superficie del suelo. Estas se producen por la escorrentía generada a partir de la precipitación o por el afloramiento de aguas subterráneas. Pueden presentarse en forma correntosa, como en el caso de corrientes, ríos y arroyos, o quietas si se trata de lagos, reservorios, embalses, lagunas, humedales, estuarios, océanos y mares.

Antropogénico: se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana.

Escorrentías: es un término geológico de la hidrología, que hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida.

Infiltrar: introducir suavemente un líquido entre los poros de un sólido.

Lixiviado: es el líquido filtrado a través de los residuos sólidos u otros medios y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.

Percolar: un líquido que se mueve a través de un medio poroso.

pH: El 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" (pondus Hydrogenii o potentia Hydrogenii; del latín *pondus*, n. = peso; *potentia*, f. = potencia; *hydrogenium*, n. = hidrógeno). Este término fue acuñado por el químico danés Sørensen, quien lo definió como el logaritmo negativo en base 10 de la actividad de los iones hidrógeno.

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 sólidos sedimentables.

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 procederá con la discusión de las siguientes preguntas de inquirir:

- ¿De dónde viene el agua?
- ¿Llegará el día en que el agua en nuestro planeta Tierra se termine?
- ¿Por qué piensas esto?



Se puede aplicar la técnica de Assessment “One Minute Question” para acaparar las respuestas de todos los participantes. Luego de hecha la pregunta se le dará a los participantes un minuto para que contesten la misma en una pizarrita. Levantarán la misma y el capacitador leerá las respuestas rápidamente. Vea las respuestas y deténgase en las que más se alejen de lo que espera. Este inicio se utilizará para que los participantes ofrezcan conocimiento informal acerca del ciclo del agua. Este es el momento para estar pendiente de las concepciones erróneas que traen los participantes y comenzar a aclararlas.

Se presentará el Video #1 titulado “El ciclo del agua” el cual sólo tiene música instrumental asociada a él, es simplemente una animación del ciclo hidrológico sin presentar escritas las partes del mismo.

<http://www.youtube.com/watch?v=3Cl6jCDWWYI>

DESARROLLO

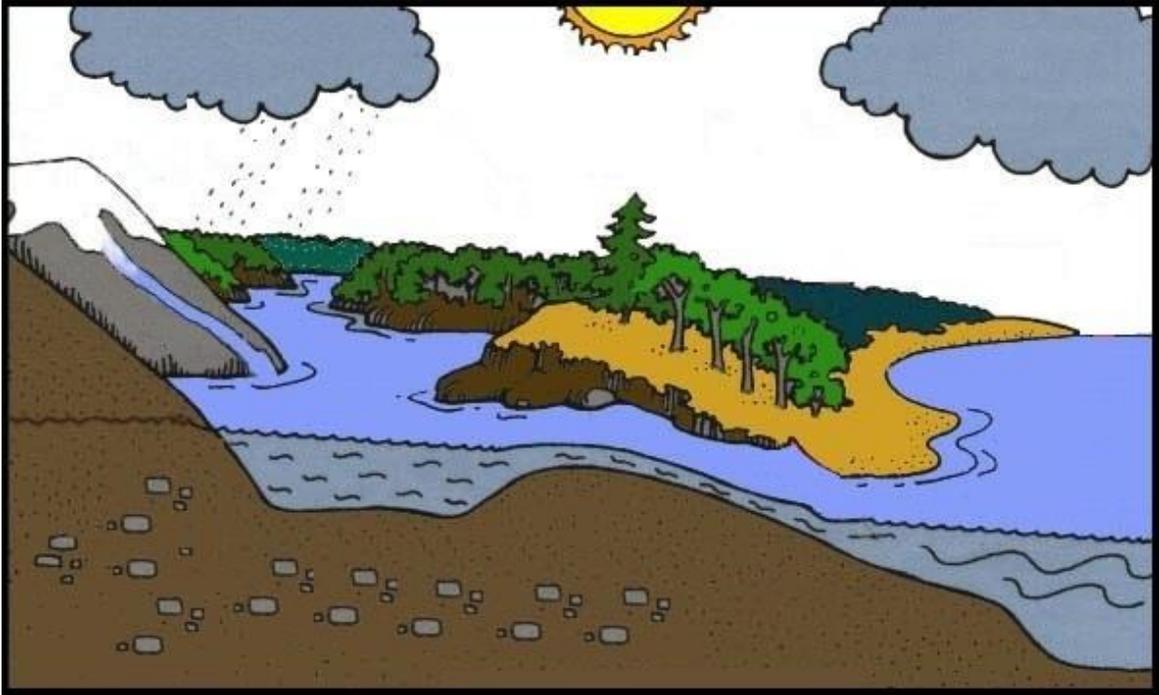
Actividad #1: El ciclo hidrológico

(Hoja de trabajo #1)

Objetivo: Diagramar el movimiento del agua a través de la naturaleza.

Instrucciones:

1. Utilizando el siguiente diagrama, integre al mismo un esquema del movimiento del agua a través de la naturaleza. Debe ser realizado de forma individual.



2. Mientras los participantes realizan el trabajo, el capacitador estará observando el nivel de ejecución de cada uno de ellos, para luego colocarlos en grupos cooperativos según su nivel de ejecución, logrando con esto, tener grupos heterogéneos como homogéneos para el momento de realizar la tarea completa.
3. El capacitador los dividirá en grupos de un máximo de 4 participantes (garantizar que haya al menos uno de ciencias y uno de matemáticas).
4. Discutirán sus diagramas individuales.
5. Luego se procederá a pedirle que cada grupo cooperativo desarrolle en un papelote un modelo del ciclo hidrológico y posteriormente lo colocarán en las paredes del salón de clase para que todo el grupo completo pueda observar.
6. Cada grupo presentará su modelo.

El capacitador retoma las preguntas del inicio:

- ¿De dónde viene el agua?
- ¿Llegará el día en que el agua en nuestro planeta Tierra se termine?

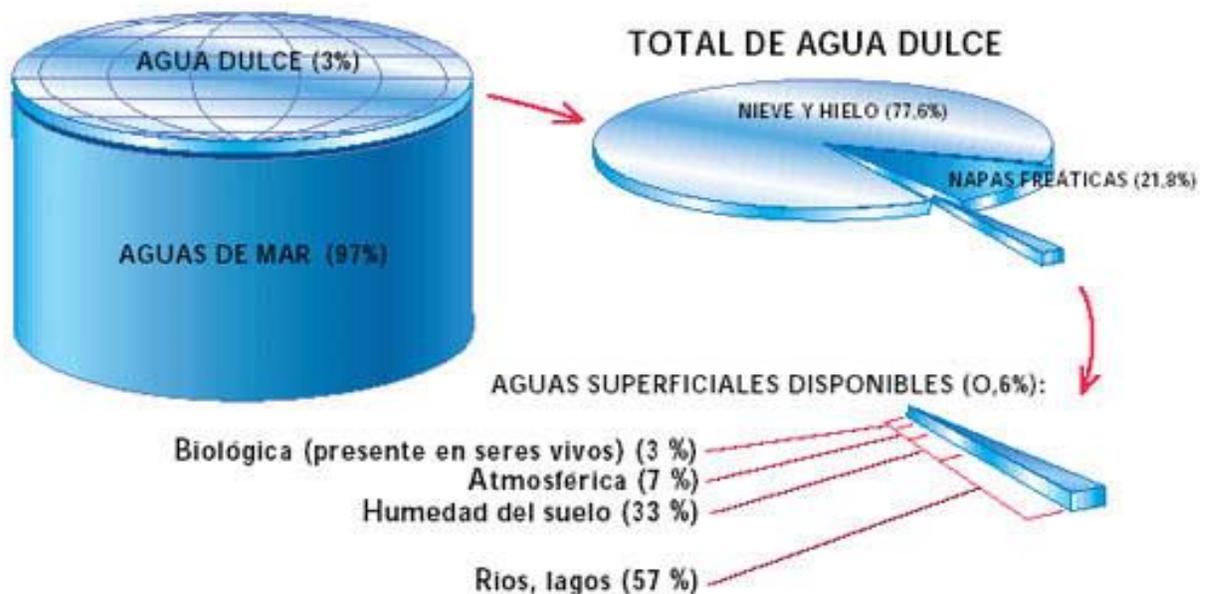
Distribución del agua en el planeta Tierra

El capacitador pide a los participantes que estimen la distribución de agua en la Tierra:

- ¿Dónde está la mayor cantidad de agua? (*en los océanos*)
 - Aproxima el por ciento en que se encuentra (97%)
- ¿Dónde está la menor cantidad de agua? (*aguas superficiales*)
 - Aproxima el por ciento en que se encuentra (0.6%)
- ¿Qué son las aguas superficiales? (*agua que transcurre sobre la superficie terrestre*)

El capacitador presentará el siguiente diagrama

TOTAL DE AGUA EN EL PLANETA



(http://jum.jumapam.gob.mx/wpcontent/uploads/2011/10/lamina_agua_planeta.jpg&imgrefurl=http://jumapam.gob.mx/cultura-del-agua/distribucion-de-agua-en-el-planeta)

¿Cómo comparan sus respuestas con los datos presentados?

En esta etapa de preguntas se puede aprovechar para trabajar el concepto de la Conservación de la Materia para integrar los conceptos al tema medular. Se espera que los participantes indiquen que al igual que la materia ni se crea ni se destruye, solo se transforma, así mismo el agua como materia, se transforma sólo en su aspecto físico, pero sigue siendo agua.

Finalizada la discusión, el capacitador pregunta:

- ¿Qué procesos del ciclo hidrológico podrían verse influenciados por la presencia de desperdicios sólidos?
Permita que los participantes contesten. Se espera que los participantes indiquen que todos los procesos podrían verse influenciados.

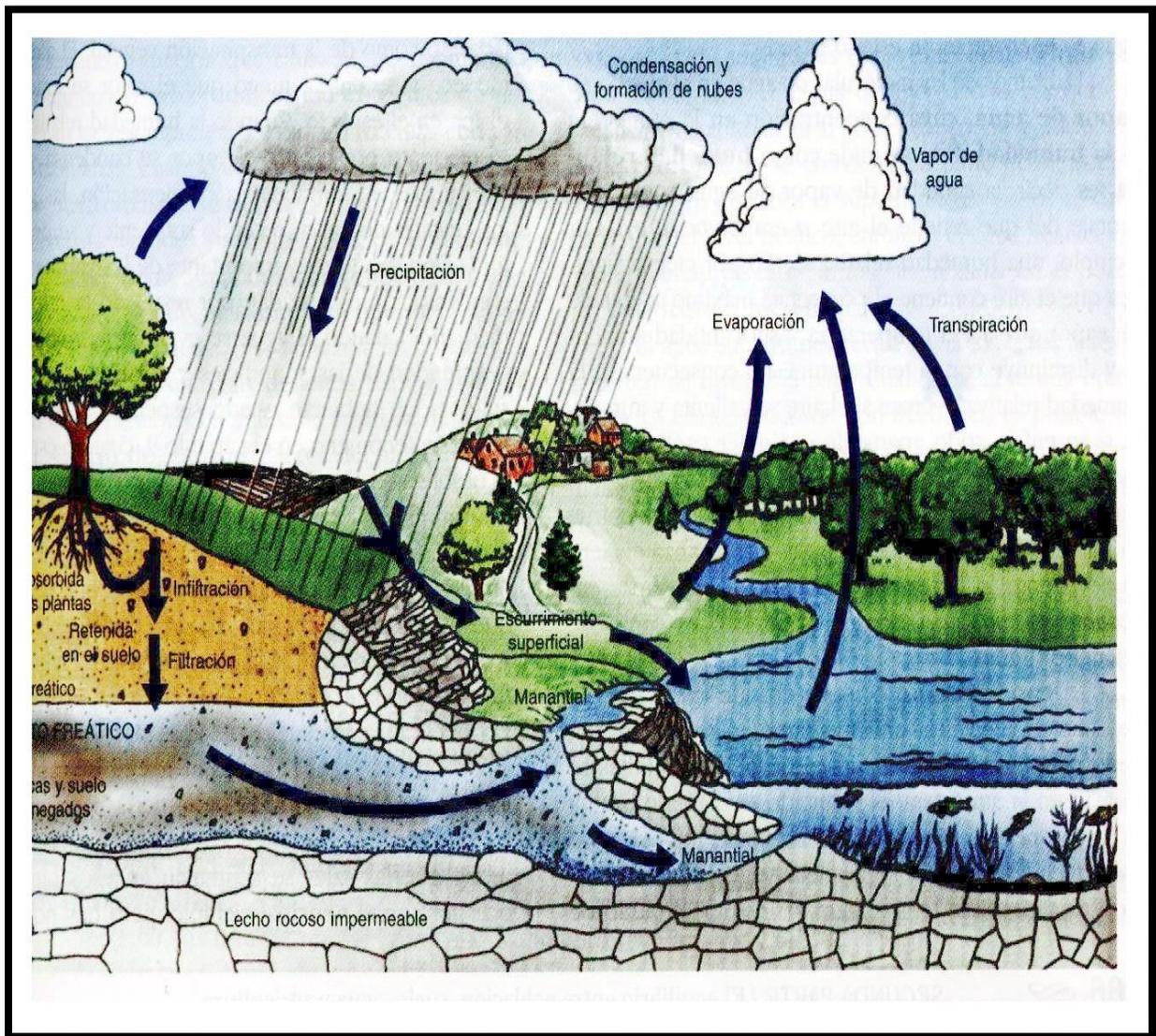
El capacitador guiará las siguientes preguntas:

De los procesos que componen el ciclo hidrológico,

- ¿Cuáles están relacionados al transporte de los desperdicios sólidos en el agua?
La escorrentía es el transporte de mayor importancia, sin embargo en los demás procesos del ciclo el transporte ocurre de forma lenta pero a través de todo el ciclo hidrológico.
- ¿Cómo se relacionan estos procesos?
La misma gota que comenzó en alguno de los procesos pasará a través de todo el ciclo. No hay un comienzo, ni un final sino como la palabra lo indica, es un ciclo.

Actividad # 2: Los procesos de infiltración y escorrentías (Hoja de trabajo # 2)

Los participantes simularán los procesos de infiltración y escorrentías para relacionarlos al transporte de desperdicios sólidos. Desarrollarán y examinarán el siguiente modelo en donde se presenta del ciclo hidrológico a partir de los dos procesos de enfoque.



Ciclo Hidrológico

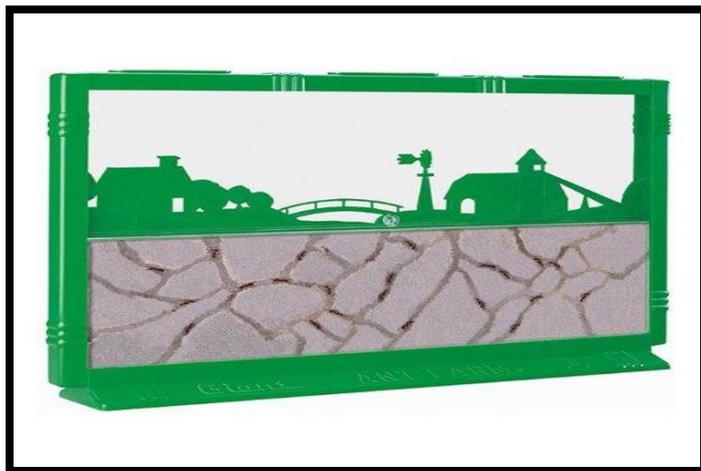
Materiales por grupo:

- 1 caja plástica de acrílico 30"x12"x12" (caja para granja de hormigas)
- 1 paquete de plastilina
- 1 pedazo de tela de tul 12"x12"
- 1 paquete de algodón
- 1 metro de papel celofán transparente o gris
- 1 libra de arena
- 2 litros de agua
- 1 paquete con 4 colores vegetales (amarillo, verde, rojo y azul)
- 1 probeta de 100 mL
- 1 balanza digital

Procedimiento:

1. El capacitador entregará a cada participante una hoja de papel en la cual diseñarán un modelo del ciclo hidrológico con los materiales que se les presentarán.
2. En grupo y en un papelote, dibujarán el modelo que más se ajuste a sus diseños y que en consenso sea el mejor que represente su modelo.
3. El capacitador pasará por las mesas observando y dando sugerencias si los grupos tienen duda en el diseño.
4. El capacitador dividirá a los participantes en grupos de un máximo de 4 (garantizar que haya al menos uno de ciencias y uno de matemáticas).
5. Cada grupo recibirá los materiales indicados.
6. Se utilizará una caja (granja de hormigas, ver lámina # 2) transparente en donde se echará 32 onzas de agua en la parte inferior, representando las aguas subterráneas.

**Lámina # 1: Caja transparente-
Granja de Hormigas**



7. En el agua se echarán pequeñas bolas de papel de celofán representando la estructura del subsuelo, que sean suficientes para ayudar a mantener la arena en la parte intermedia y que no se mezcle con el agua.
8. Se utilizará un pedazo de tela de tul que permitirá el flujo de agua a través de la arena y por las bolitas de papel celofán.
9. Luego, como capa intermedia, se echará 50 gramos de arena, representando el suelo.
10. En la capa superior se colocará plastilina, representando una capa casi impermeable de la superficie de la Tierra.
11. A la plastilina se le harán pequeños orificios por donde se infiltrarán las aguas y además se demarcará una topografía de cuenca para representar un río o quebrada.
12. Luego que el modelo esté desarrollado se pedirá a cada grupo que indique lo que ocurrirá en el modelo cuando se vierta una solución de agua con color vegetal.
13. Se procede y se observará el proceso de infiltración y de escorrentías.
14. Cada grupo contestará las preguntas en la Hoja de trabajo #2
 1. ¿Qué procesos del ciclo hidrológico se observaron a través de la actividad?
 2. ¿Qué le ocurre al agua en el ciclo hidrológico?
 3. ¿Cómo el agua recoge y transporta los desperdicios sólidos a través del ciclo?
15. Los participantes presentarán los modelos desarrollados discutiendo los dos procesos del ciclo hidrológico y cómo éstos se relacionan al transporte de desperdicios sólidos.

El capacitador comienza la discusión para presentar un diagrama del ciclo hidrológico en el cual se integre el impacto de los desperdicios sólidos (puede utilizar una flecha o símbolo para presentar el impacto). Con este modelo (Figura #2) se pretende que los participantes puedan observar cómo las aguas que se descargan en los hogares fluyen a través de escorrentías por la superficie de la tierra y culminan en los cuerpos de agua y cómo las aguas infiltran a las zonas subterráneas contaminándolas.

Se les preguntará a los participantes:

¿Qué pasaría si en este proceso intervienen los desperdicios sólidos? ¿Cómo esto varía en el campo y en la ciudad?

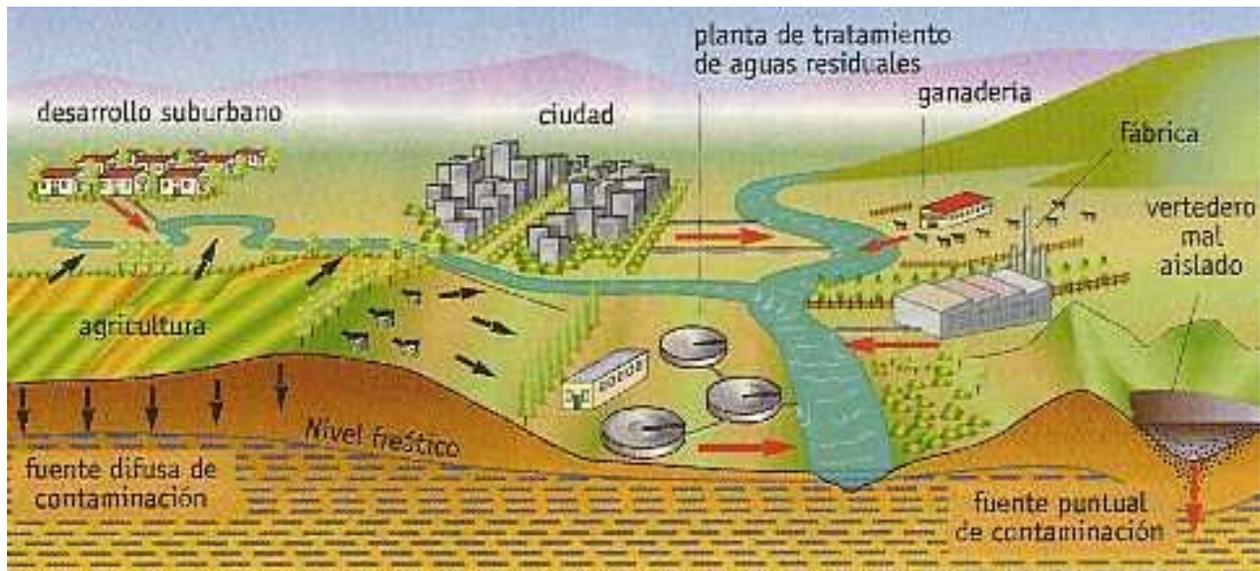


Figura #2

<https://www.google.com/search?q=contaminacion+del+agua+subterranea>

Es importante, por medio del desarrollo del modelo, que los participantes reflexionen mediante una discusión socializada acerca de las preguntas realizadas en la introducción:

- ¿Cuáles de los procesos de ciclo hidrológico están relacionados al transporte de los desperdicios sólidos en el agua?
- ¿Cómo se relacionan estos procesos?
- ¿Qué sucede con el agua una vez que entra en el ciclo?
- Cuando el agua cambia de estado, ¿qué sucede?
- ¿Se conserva el agua en el ciclo?

Actividad # 3: Modelo para visualizar el proceso de percolación de lixiviados

(Hoja de trabajo #3)

Objetivos

Como parte de esta actividad se pretende que los participantes desarrollen un modelo donde puedan visualizar el proceso de percolación de los lixiviados, método por el cual los contaminantes pueden llegar a cuerpos de agua en zonas subterráneas.

Descripción de la actividad

¿Qué se entiende por lixiviado? (Para conocimiento inicial del capacitador)

Lixiviado según el Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales-CONICET es el líquido filtrado a través de los residuos sólidos u otros medios y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.

El capacitador realiza a los participantes las siguientes preguntas de inquirir:

- ¿Qué se puede formar en el fondo de un zafacón o una bolsa de basura cuando se rompen, se descomponen o se mezclan algunos desperdicios sólidos?

Se espera que los participantes contesten que se forman líquidos. Una vez contestada la pregunta anterior, se les pregunta

- ¿Qué características pueden tener esos líquidos?
- ¿Qué podría contener esos líquidos?
- ¿En qué otro lugar se puede observar la presencia de esos líquidos?
- ¿Qué procesos ocurrieron?

Se desarrollará una discusión socializada con los participantes acerca de la generación de desperdicios sólidos. Los lixiviados se producen como resultado de la descomposición y la presencia de distintos componentes de los desperdicios sólidos. Las figuras a continuación son ejemplos de dónde comúnmente se pueden observar

estos líquidos. Una vez los lixiviados están presentes, estos pueden transportarse a los cuerpos de agua y contaminarlos.

Nota: El capacitador puede tener las láminas 1, 2 y 3 en una presentación en *power point* o en transparencias.

Lámina # 1: Lixiviados presentes en un vertedero.



Láminas # 2 y #3: Camión de basura depositando los desperdicios sólidos en el vertedero.

Lámina # 2



Lámina # 3



Materiales por grupo:

- 0.25 litros de arena
- 1 paquete con los 4 colores vegetales de color amarillo, verde, rojo y azul
- 1 botella de agua vacía transparente de 0.5 litros
- 1 vaso plástico transparente de 7 onzas
- 0.5 litros de agua
- 1 tachuela

Procedimiento:

Para esta actividad el participante:

1. Utilizará una botella de agua transparente que se llenará a la mitad (0.25 L) de arena. La arena representará la capa de la Tierra que representa el suelo por donde se pueden infiltrar los contaminantes.
2. Luego, se utilizarán mezclas de agua con color vegetal azul, rojo, amarillo y verde, cada uno representando un contaminante. El color verde representará el ácido de batería; el color azul, aceite de auto; el color rojo, tinte de pelo; y el color amarillo, medicamentos.
3. Cada una de las mezclas de estos líquidos se verterá en el envase transparente. Esto simbolizará los componentes presentes en los lixiviados.

4. Luego, se hará un pequeño orificio en la parte inferior del envase plástico transparente utilizando la tachuela.
5. El orificio del envase transparente se colocará sobre el vaso de manera que el líquido producido de la mezcla de los distintos colores vegetales (simbolizando contaminantes) caiga al vaso.

Con este modelo se pretende que los participantes puedan observar el proceso por el cual los líquidos pasan por la arena o tierra y se depositan en el vaso ejemplificando la percolación de lixiviados a otros lugares, como por ejemplo, los cuerpos de agua subterráneos.

Es importante que por medio del modelo los participantes desarrollen una discusión socializada en grupo general acerca de las preguntas realizadas al inicio del desarrollo de la actividad:

- ¿Qué se puede formar de la descomposición y mezcla de algunos desperdicios sólidos? (líquidos)
- ¿Qué podría contener esos líquidos?
- ¿En dónde comúnmente se puede observar la presencia de esos líquidos?

Al finalizar la actividad se provee un espacio para que los participantes presenten los modelos desarrollados mostrando el proceso de percolación de lixiviados. Como parte de la presentación se realiza un proceso de discusión y reflexión grupal acerca de los conceptos de lixiviados y percolación.

Aplicación:

Se le presenta al participante la siguiente situación hipotética:

Pepito observó que el jueves pasado, día en que se recoge la basura en su comunidad, pasó frente a su casa el camión de basura y dejó sobre el pavimento un líquido verdoso y maloliente. Cuando salió el sol, éste secó el pavimento y el olor incrementó provocando que los vecinos sacaran las mangueras de sus hogares y lavaran la calle.

Nos preguntamos:

- ¿Qué materiales pudieron estar presentes en el camión de basura que produjeron ese líquido? (El capacitador podría incentivar a desarrollar investigación para determinar este compuesto).
- ¿Cómo se llama el líquido que se produjo de la mezcla de algunos de los desperdicios sólidos en el camión?
- ¿Crees que con utilizar el agua para “limpiar” las calles se resolvió el problema del líquido presente en la calle? Explica.
- ¿Cómo piensas que terminará este problema?

NOTA: Si el término lixiviados no surge de las respuestas de los participantes, el capacitador trae el término a la discusión de la clase. Es pertinente que el capacitador, luego de realizadas las actividades anteriores, provea un espacio de 15 minutos para discutir la diferencia entre los términos de infiltración y percolación, ya que estos conceptos se pueden prestar para confusión. A continuación una definición simple de ambos conceptos:

- Infiltrar- introducir suavemente un líquido entre los poros de un sólido.
- Percolar – dicho de un líquido: moverse a través de un medio poroso.

Preguntas:

- El agua en el ciclo, ¿cómo va de un proceso al otro?
- ¿El agua que entra al ciclo se mantiene en la misma cantidad durante todo el proceso? Explica utilizando los procesos de infiltración y percolación.

Actividad #4: No produzcas basura innecesaria (Hoja de trabajo # 4)

Objetivo: Crear conciencia acerca del problema de la basura y su impacto en nuestras aguas.

Materiales:

lápices de colores
reglas
papel cuadriculado
papelote
marcadores

Procedimiento:

1. Los participantes formarán grupos de 4 ó 5 personas asegurándose que haya al menos uno de ciencias y uno de matemáticas.
2. A cada grupo se les entregará tres tablas con datos obtenidos de tres comunidades: una en Toa Alta cercana al Hoyo de Minga, otra aledaña al Pozo de Jacinto y otra llamada Jurutungo Viejo.

A continuación se muestra la tabla con los datos de la RSU para el Hoyo de Minga; los componentes encontrados dados en el por ciento por peso.

Tabla 1: Datos residuos sólidos urbanos **RSU** – Hoyo de Minga

Componente	% por peso
materia orgánica	47.69
papel y cartón	19.26
plástico	7.18
vidrio	3.45
metales	5.16
maderas	1.06
otros	16.2
Total	100

Tabla 2: Datos RSU para el Pozo de Jacinto

Componente	% por peso
materia orgánica	49.91
papel y cartón	16.45
plástico	7.77
vidrio	3.11
metales	5.93
maderas	1.82
otros	15.01
Total	100

Tabla 3: Datos RSU para el Barrio Jurutungo Viejo

Componente	% por peso
materia orgánica	52.52
papel y cartón	13.94
plástico	8.06
vidrio	4.03
metales	6.12
maderas	0.97
otros	14.36
Total	100

3. En un papel cuadriculado construye una gráfica de barras que contenga los datos de las tablas #1, #2 y #3 utilizando la siguiente rúbrica.

Rúbrica de corrección de gráficas

Criterio	Escala
1. Escribe el título de la gráfica mencionando la variable categórica (clase de material) y la variable cuantitativa (por ciento por masa).	8
2. En el eje correspondiente al por ciento, establece una escala numérica que incluya al menos un rango de 0% a 40%.	4
3. En el eje para las categorías, separa un intervalo de igual longitud (tamaño) para cada clase de material.	2
4. Identifica los ejes con el nombre de las variables correspondientes.	4
5. Dibuja las barras para cada material aproximando la altura o longitud de la barra en concordancia con la escala numérica.	2
TOTAL	20

Preguntas:

- ¿Cuál es el componente de los RSU encontrados en el Hoyo de Minga que tiene mayor y menor porcentaje?
- Como ciudadano comprometido con el ambiente ¿Qué podrías hacer para reducir el componente de mayor porcentaje?
- ¿Cuál es el componente de los RSU encontrados en el Pozo de Jacinto que tiene mayor y menor porcentaje?
- Como ciudadano comprometido con el ambiente ¿Qué podrías hacer para reducir el componente de mayor porcentaje?
- ¿Cuál es el componente de los RSU encontrados en el Barrio Jurutungo Viejo que tiene mayor y menor porcentaje?
- Como ciudadano comprometido con el ambiente ¿Qué podrías hacer para reducir el componente de mayor porcentaje?

Conclusión

Discute con tus compañeros de grupo y determina conclusiones a partir de la gráfica.

¿Cómo se puede reducir el componente de mayor porcentaje en los tres lugares: Hoyo de Minga, Pozo del Jacinto y Barrio Jurutungo Viejo?

¿Qué alternativas de solución propondrías como ciudadano aledaño a estos lugares?

CIERRE

Presentar el Video #2: “Cuida el agua: estás a tiempo”.

Se realiza una discusión socializada donde los participantes, luego de ver el video, responden las siguientes preguntas:

- ¿Qué se puede hacer para impedir que los materiales generados lleguen a nuestros cuerpos de agua?
- Utilizando el ciclo hidrológico y lo aprendido en la capacitación, explica qué ocurriría de llegar desperdicios sólidos a nuestros cuerpos de agua.

POS PRUEBA

Los participantes contestarán la pos prueba en un máximo de 15 minutos. Luego se discutirá.



HOJA DE REACCION EVALUATIVA

El capacitador le entregará la hoja de reacción a cada participante la cual completará y le devolverán.

BIBLIOGRAFÍA

Lev S. Kuchment, (2004). "The Hydrological Cycle and Human Impact in It", in *Water Resources Management*, [Eds. Arjen Y. Hoekstra, and Hubert H.G. Savenije], in *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford ,UK, [<http://www.eolss.net>]

Real Academia Española. Definiciones. Recuperado el 7 de junio de 2012 de, www.rae.es/rae.html

United States Geological Survey. "The Water Cycle - Water Science for Schools". Recuperado el 18 de junio de 2012, de <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>

"What Goes Around Comes Around: Water Cycle. Lessons and Activities Investigating Human Activities Impacting the Water Cycle". Recuperado el 18 de junio de 2012, de <http://msteacher.org/epubs/science/science13/actInvestigating.aspx>

Páginas electrónicas

www.stwater.co.uk/fatrap

www.vernier.com

Ciclo del Agua: <http://www.youtube.com/watch?v=3Cl6jCDWWYI>

La gotita viajera: <http://www.youtube.com/watch?v=gB3pz32Da5k>

GUÍA DEL ESTUDIANTE



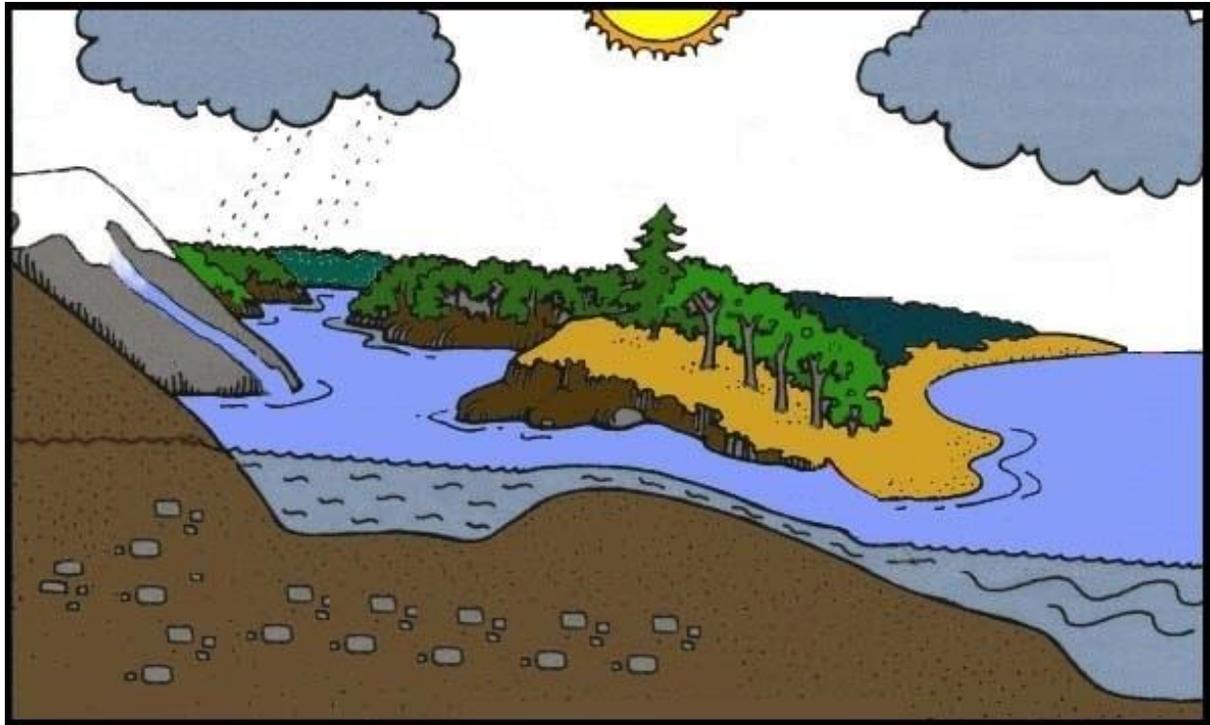
Actividad #1: El ciclo hidrológico

(Hoja de trabajo #1)

Objetivo: Diagramar el movimiento del agua a través de la naturaleza.

Instrucciones:

1. Utilizando el siguiente diagrama, integre al mismo un esquema del movimiento del agua a través de la naturaleza. Debe ser realizado de forma individual.



2. Mientras los participantes realizan el trabajo, el capacitador estará observando el nivel de ejecución de cada uno de ellos, para luego colocarlos en grupos cooperativos según su nivel de ejecución, logrando con esto, tener grupos heterogéneos como homogéneos para el momento de realizar la tarea completa.

3. El capacitador los dividirá en grupos de un máximo de 4 participantes (garantizar que haya al menos uno de ciencias y uno de matemáticas).

4. Discutirán sus diagramas individuales.

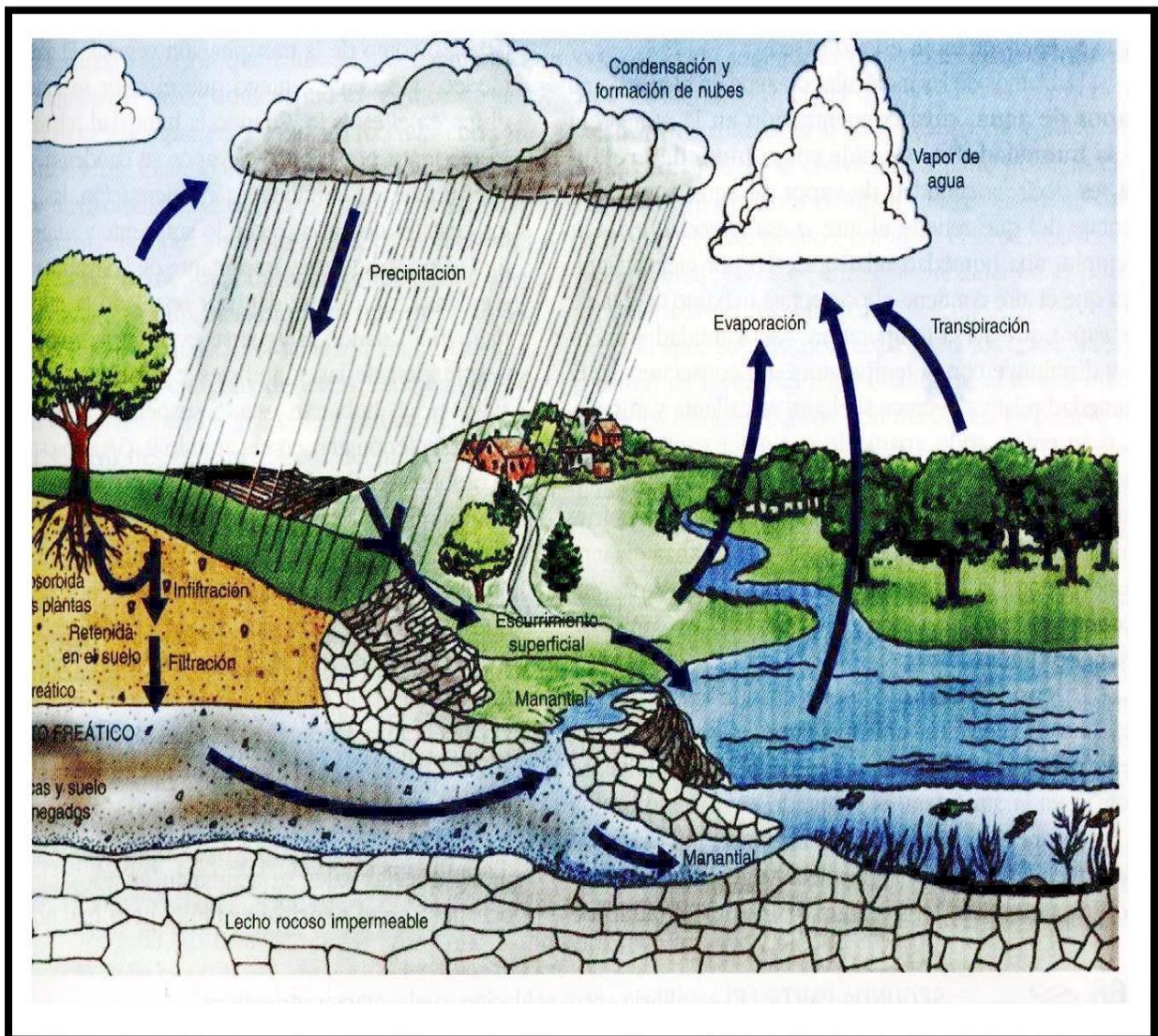
5. Luego se procederá a pedirles que cada grupo cooperativo desarrolle en un papelote un modelo del ciclo hidrológico y posteriormente lo colocarán en las paredes del salón de clase para que todo el grupo completo pueda observar.

6. Cada grupo presentara su modelo.



Actividad # 2: Los procesos de infiltración y escorrentías (Hoja de trabajo # 2)

Los participantes simularán los procesos de infiltración y escorrentías para relacionarlos al transporte de desperdicios sólidos. Desarrollarán y examinarán el siguiente modelo en donde se presenta del ciclo hidrológico a partir de los dos procesos de enfoque.



Ciclo Hidrológico

Materiales por grupo:

- 1 caja plástica de acrílico 30"x12"x12" (caja para granja de hormigas)
- 1 paquete de plastilina
- 1 pedazo de tela de tul 12"x12"
- 1 metro de papel celofán transparente
- 1 libra de arena
- 2 litros de agua
- 1 paquete con 4 colores vegetales (amarillo, verde, rojo y azul)
- 1 probeta de 100 mL
- 1 balanza digital

Procedimiento:

1. El capacitador dividirá a los participantes en grupos de un máximo de 4 (garantizar que haya al menos uno de ciencias y uno de matemáticas).
2. Cada grupo recibirá los materiales indicados.
3. Se utilizará una caja (granja de hormigas, ver lámina # 1) transparente en donde se echará 32 onzas de agua en la parte inferior, representando las aguas subterráneas.

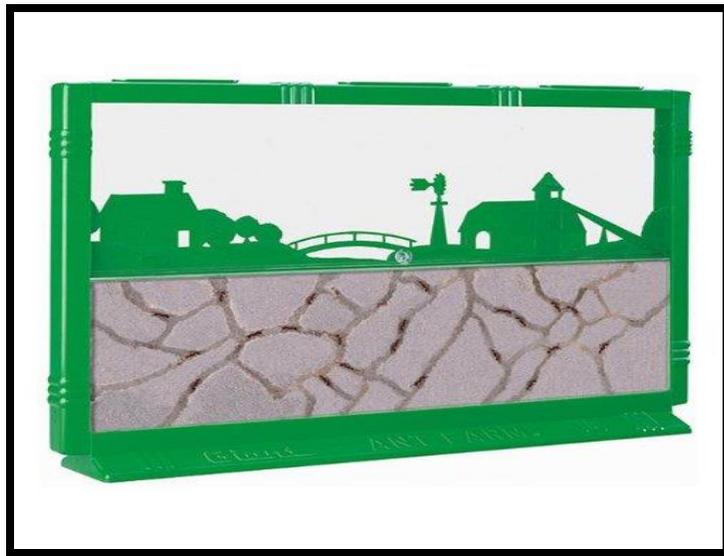


Lámina # 1: Caja Trasparente- Granja de Hormigas

4. En el agua se echarán pequeñas bolas de papel de celofán representando la estructura del subsuelo, que sean suficientes para ayudar a mantener la arena en la parte intermedia y que no se mezcle con el agua.
5. Se utilizará un pedazo de tela de tul que permitirá el flujo de agua a través de la arena y por las bolitas de papel celofán.
6. Luego, como capa intermedia, se echará 50 gramos de arena, representando el suelo.
7. En la capa superior se colocará plastilina, representando una capa casi impermeable de la superficie de la Tierra.
8. A la plastilina se le harán pequeños orificios por donde se infiltrarán las aguas y además se demarcará una topografía de cuenca para representar un río o quebrada.
9. Luego que el modelo esté desarrollado se pedirá a cada grupo que realice una predicción de lo que ocurrirá en el modelo cuando se vierta una solución de agua con color vegetal.
10. Se procede y se observará el proceso de infiltración y de escorrentías.
11. Cada grupo contestará las siguientes preguntas:
 - ¿Qué procesos del ciclo hidrológico se observaron a través de la actividad?
 - ¿Qué le ocurre al agua en el ciclo hidrológico?
 - ¿Cómo el agua recoge y transporta los desperdicios sólidos a través del ciclo?
 - ¿Cómo se afecta la calidad de esta agua?



Actividad # 3: Modelo para visualizar el proceso de percolación de lixiviados

(Hoja de trabajo #3)

Objetivo

Como parte de esta actividad se pretende que los participantes desarrollen un modelo donde puedan visualizar el proceso de percolación de los lixiviados, método por el cual los contaminantes pueden llegar a cuerpos de agua en zonas subterráneas.

Materiales por grupo:

- 0.25 litros de arena
- 1 paquete con los 4 colores vegetales de color amarillo, verde, rojo y azul
- 1 botella de agua vacía transparente de 0.5 litros
- 1 vaso plástico transparente de 7 onzas
- 0.5 litros de agua
- 1 tachuela

Procedimiento:

Para esta actividad el participante:

1. Utilizará una botella de agua transparente que se llenará a la mitad (0.25 L) de arena. La arena representará la capa de la Tierra que representa el suelo por donde se pueden infiltrar los contaminantes.
2. Luego, se utilizarán mezclas de agua con color vegetal azul, rojo, amarillo y verde, cada uno representando un contaminante. El color verde representará el ácido de batería; el color azul, aceite de auto; el color rojo, tinte de pelo; y el color amarillo, medicamentos.
3. Cada una de las mezclas de estos líquidos se verterá en el envase transparente. Esto simbolizará los componentes presentes en los lixiviados.
4. Luego, se hará un pequeño orificio en la parte inferior del envase plástico transparente utilizando la tachuela.
5. El orificio del envase transparente se colocará sobre el vaso de manera que el líquido producido de la mezcla de los distintos colores vegetales (simbolizando contaminantes) caiga al vaso.

Preguntas:

- ¿Qué se puede formar de la descomposición y mezcla de algunos desperdicios sólidos?
- ¿Qué podría contener?
- ¿En dónde comúnmente se puede observar la presencia de esos líquidos?

Aplicación: situación hipotética:

Pepito observó que el jueves pasado, día en que se recoge la basura en su comunidad, pasó frente a su casa el camión de basura y dejó sobre el pavimento un líquido verdoso y maloliente. Cuando salió el sol, éste secó el pavimento y el olor incrementó provocando que los vecinos sacaran las mangueras de sus hogares y lavaran la calle.

Nos preguntamos:

- ¿Qué materiales pudieron estar presentes en el camión de basura que produjeron ese líquido?



(Hoja de trabajo # 4)

Actividad #4: No produzcas basura innecesaria

Objetivo: Crear conciencia acerca del problema de la basura y su impacto en nuestras aguas.

Materiales:

lápices de colores
reglas
papel cuadriculado
papelote
marcadores

Procedimiento

1. Los participantes formarán grupos de 4 ó 5 personas asegurándose que haya al menos uno de ciencias y uno de matemáticas.
2. A cada grupo se les entregará tres tablas con datos obtenidos de una comunidad en Toa Alta cercana al Hoyo de Minga, la comunidad aledaña al Pozo de Jacinto y la comunidad Jurutungo Viejo.

A continuación se muestra la tabla con los datos de los RSU para el Hoyo de Minga, de los componentes encontrados por el por ciento del peso.

Tabla 1: Datos de la composición de los Residuos Sólidos Urbanos **RSU** – Hoyo de Minga

Componente	% por peso
materia orgánica	47.69
papel y cartón	19.26
plástico	7.18
vidrio	3.45
metales	5.16
maderas	1.06
Otros	16.2
Total	100

Tabla 2: Datos de la composición de los Residuos Sólidos Urbanos **RSU** - Pozo de Jacinto

Componente	% por peso
materia orgánica	49.91
papel y cartón	16.45
plástico	7.77
vidrio	3.11
metales	5.93
maderas	1.82
otros	15.01
Total	100

Tabla 3: Datos de la composición de los Residuos Sólidos Urbanos **RSU** - Barrio Jurutungo Viejo

Componente	% por peso
materia orgánica	52.52
papel y cartón	13.94
plástico	8.06
vidrio	4.03
metales	6.12
maderas	0.97
otros	14.36
Total	100

3. En un papel cuadriculado construye una gráfica de barras que contenga los datos de las tablas #1, #2 y #3 utilizando la siguiente rúbrica.

Rúbrica de corrección de gráficas

Criterio	Escala
1. Escribe el título de la gráfica mencionando la variable categórica (clase de material) y la variable cuantitativa (por ciento por masa).	8
2. En el eje correspondiente al por ciento, establece una escala numérica que incluya al menos un rango de 0% a 40%.	4
3. En el eje para las categorías, separa un intervalo de igual longitud (tamaño) para cada clase de material.	2
4. Identifica los ejes con el nombre de las variables correspondientes.	4
5. Dibuja las barras para cada material aproximando la altura o longitud de la barra en concordancia con la escala numérica.	2
TOTAL	20

Preguntas:

- ¿Cuál es el componente del Hoyo de Minga que tiene mayor y menor porcentaje?

- Como ciudadano comprometido con el ambiente ¿Qué podrías hacer para reducir el componente de mayor porcentaje?

- ¿Cuál es el componente del Pozo de Jacinto que tiene mayor y menor porcentaje?
- Como ciudadano comprometido con el ambiente ¿Qué podrías hacer para reducir el componente de mayor porcentaje?

- ¿Cuál es el componente del Barrio Jurutungo Viejo que tiene mayor y menor porcentaje?
- Como ciudadano comprometido con el ambiente ¿Qué podrías hacer para reducir el componente de mayor porcentaje?

Conclusión

Discute con tus compañeros de grupo y determina conclusiones a partir de la gráfica.

¿Cómo se puede reducir el componente de mayor porcentaje en los tres lugares: Hoyo de Minga, Pozo del Jacinto y Barrio Jurutungo Viejo?

¿Qué alternativas de solución propondrías como ciudadano aledaño a estos lugares?

Escriba en un papelote en grupo que investigaciones propondrían para un problema ambiental como este.

PRE/POS PRUEBA

UNIDAD 5: De tu Casa al Vertedero y del Vertedero a tu Cuerpo

PRE/POS PRUEBA

SEUDÓNIMO: _____ FECHA: _____

Instrucciones: Los participantes contestarán individualmente la prueba en un máximo de 15 minutos.

1. ¿De dónde viene el agua?

2. Completa en el siguiente diagrama el ciclo del agua:

